

000 5-72

Esp.

Informe Anual

1972



Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT

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

Cables: CINATROP

Junta Directiva*

Francisco de Sola, (Presidente)

H. de Sola e Hijos Suc.
Apartado Postal N° 53
Avenida Morazán 117
San Salvador, El Salvador

Armando Samper Grecco, (Vicepresidente)

Representante Regional para América
Latina
FAO
Casilla 10095
Santiago, Chile

Moisés Behar Alcahe

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

Norman Collins

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

Vicente Dávila Suárez

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

Luis Duque Gómez

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

C. J. Grant

Director General
Centro Internacional de Agricultura
Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 8713
Cali, Colombia

Luis Marciano

Presidente
Fundación Shell
Apartado 809
Caracas, Venezuela

Roberto Meirelles de Miranda

Director General
Depto. Nacional de Pesquisas Agropecuarias
DNPEA
Ministerio de Agricultura
Esplanada dos Ministerios, Bloco 8
Brasilia, D. F., Brasil

Fabián Portilla

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

Lewis M. Roberts

Director Asociado para Programas Agrícolas
Fundación Rockefeller
111 West 80th Street
New York, N. Y. 10020

Julián Rodríguez Adame

Apartado Postal 1171
México 1, D. F., México

Edgardo Seoane

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

Philip Sherlock

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

Howard A. Steppler

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

Hernán Vallejo Mejía

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

* Al 31 de diciembre de 1972.

Contenido

Junta Directiva	2
Personal Científico del CIAT	3
Prefacio	5
Sistemas de Producción de Ganado de Carne	13
Sistemas de Producción de Yuca	47
Sistemas de Producción de Ganado Porcino	91
Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles	105
Sistemas de Producción de Maíz	119
Sistemas de Producción de Arroz	141
Suelos	181
Sistemas Agrícolas	185
Adiestramiento y Comunicación	189
Biblioteca	207
Administración y Finanzas	209

Personal Científico del CIAT*

U. J. Grant, Ph. D.	<i>Director General</i>
A. C. McClung, Ph. D.	<i>Director General Asociado</i>
N. S. Raun, Ph. D.	<i>Director Ciencias Pecuarias</i> <i>Coordinador de Sistemas de Producción de Ganado</i>
E. Alvarez-Luna, Ph. D.	<i>Director Ciencias Agrícolas</i> <i>Coordinador de Sistemas de Producción de Frijol</i>
F. C. Byrnes, Ph. D.	<i>Científico en Comunicación</i> <i>Lider de Adiestramiento y Comunicación</i> <i>Secretario-Tesoroero, CIAT</i>
P. Pinstrup-Andersen, Ph. D.	<i>Economista Agrícola Asociado</i> <i>Lider de Economía Agrícola</i>
F. Fernández, Ph. D.	<i>Edafólogo Asociado</i> <i>Coordinador de Adiestramiento en Ciencias Agrícolas</i>
C. A. Francis, Ph. D.	<i>Fitomejorador Asociado</i> <i>Coordinador de Sistemas de Producción de Maíz</i>
G. E. Gálvez, Ph. D.	<i>Fitopatólogo Asociado</i> <i>Lider de Protección de Cultivos</i>
L. M. González, M. B. A.	<i>Administrador Ejecutivo</i>
P. H. Graham, Ph. D.	<i>Microbiólogo de Suelos Asociado</i>
B. Grof, Ph. D.	<i>Agrostólogo</i>
M. Gutiérrez, Ing. Agr.	<i>Científico Asistente; Editor</i>
P. R. Jennings, Ph. D.	<i>Fitomejorador (Comisión de Estudios)</i>

* (Al 31 de diciembre de 1972).

L. Johnson, M. S.	Ingeniero Agrícola Líder de Ingeniería Agrícola y Operación de la Estación
A. H. Jonkers, M. D.	Virólogo
J. H. Maner, Ph. D.	Zootecnista Líder de Producción Porcina Coordinador de Sistemas de Producción de Porcinos
F. Monge, Ph. D.	Científico Asociado, Comunicación Bibliotecario
C. P. Moore, Ph. D.	Científico Asociado Coordinador de Adiestramiento en Ciencias Pecuarias
O. Paladines, Ph. D.	Zootecnista
J. M. Spain, Ph. D.	Edafólogo Líder de Agronomía
J. C. Toro, M. S.	Agrónomo Asistente (Comisión de Estudios)
E. A. Wells, Ph. D.	Hemoparasitólogo Líder de Sanidad Animal

Nombramientos Especiales

D. Bushman, Ph. D.	Nutricionista Asociado (Rumiantes)
J. H. Cock, Ph. D.	Fisiólogo Asistente Coordinador de Sistemas de Producción de Yuca
R. L. Cheaney, M. S.	Agrónomo Asociado
J. Doll, Ph. D.	Científico Asistente; Especialista en Control de Malezas
G. Gómez, Ph. D.	Zootecnista Asistente
G. Hernández-Bravo, Ph. D.	Científico Asociado, Leguminosas
R. Howeler, Ph. D.	Edafólogo Asistente
K. Kawano, Ph. D.	Fitomejorador Asistente
C. Lozano, Ph. D.	Fitopatólogo Asistente (Bacteriólogo)
G. Morales, Ph. D.	Patólogo Asistente (Veterinario)
A. van Schoonhoven, Ph. D.	Entomólogo Asistente
H. H. Stonaker, Ph. D.	Zootecnista Líder de Producción de Ganado de Carne
A. Villacorta, Ph. D.	Entomólogo Asistente

Personal Asociado

R. Booth, Ph. D.	Científico Visitante, Patología de la Yuca
A. J. Clawson, Ph. D.	Científico Visitante, Nutrición de Porcinos
T. J. Galvin, D. V. M., Ph. D.	Parasitólogo, Proyecto Universidad de Texas A&M
N. Mac Lellan	Fotógrafo, Fundación Rockefeller
A. Pradilla, M. D.	Científico Visitante, Nutrición
G. Zennmelink, Ing.	Científico Visitante, Nutrición Animal

PREFACIO

La consolidación y la concentración de esfuerzos encaminados a poner en marcha los programas de acción iniciados en 1971, progresaron rápidamente en el año 1972. Se reorganizaron los equipos multidisciplinarios que brindan colaboración a los programas básicos del CIAT con el fin de que ningún miembro del personal científico tenga que asumir responsabilidad en más de dos programas dentro de su especialidad profesional. Como resultado de esta reorganización, en 1973 y 1974 el personal científico dedicará la mayor parte de su tiempo a aquellos programas en los cuales el CIAT tiene responsabilidades primordiales, tales como ganado de carne, yuca, porcinos, frijol y sistemas agrícolas en las áreas bajas tropicales de América Latina.

Vista aérea de la sede del CIAT en Palmira (Fotografía: O. Moll González).



Esta acción no significa una reducción en el número de científicos asignados específicamente a los programas de arroz y de maíz pero esos científicos dispondrán de menos tiempo para dedicarse a estos programas. En el futuro, el CIAT procurará conseguir el concurso de los recursos humanos existentes en el Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz y en el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo, los cuales podrán resolver problemas de producción de estas dos cosechas.

Además de hacer las revisiones internas periódicas, en 1972 la administración y el personal del CIAT recibieron asesoramiento en el análisis de los programas por parte del Comité de Revisión de Programas de la Junta Directiva, así como a través de visitas de representantes del Comité de Asesoría Técnica y del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional y de discusiones llevadas a cabo en Washington al celebrarse la Semana de los Centros Internacionales.

Todas estas actividades ayudaron a generar perspectivas adecuadas para establecer el alcance del programa general del CIAT y de los programas de acción en particular. Bajo este concepto, el Programa de Ganado de Carne puede mirarse como un esfuerzo a largo plazo que tiene como meta final la utilización eficiente de extensos terrenos baldíos e inexplorados. Por otra parte, el trabajo hecho con yuca, frijol, arroz y maíz está directamente relacionado con el rápido incremento de los rendimientos obtenidos y con la calidad nutricional de estas cosechas.

A través del Programa de Sistemas Agrícolas, parte de la tecnología desarrollada en estos programas de productos básicos podrá ser adaptada a las condiciones del pequeño agricultor y del campesino de subsistencia para su propio beneficio. Del mismo modo, se espera que los resultados obtenidos en nutrición y en manejo de porcinos ayuden tanto a los pequeños campesinos como a los productores comerciales de cerdos.

Los párrafos siguientes señalan algunos de los logros más importantes obtenidos en el año de 1972 en relación con las actividades del CIAT.

Ganado de Carne. El objetivo básico de las investigaciones realizadas fue el suministro a los bovinos de una alimentación adecuada. Se estudió con énfasis el efecto de la labranza y de la aplicación de fertilizantes sobre los métodos de establecimiento de praderas de gramíneas y mezclas de gramíneas y leguminosas.

La fertilización con nitrógeno en praderas sembradas con pastos Pangola y Pará en terrenos de la sede del CIAT aumentó la producción de carne. Al aumentar el nitrógeno aplicado de 200 a 800 kg/ha en lotes con Pangola se incrementaron los rendimientos de peso vivo, de 576 a 943 kg/ha en un período de 308 días. Al aumentar el nitrógeno aplicado en lotes con Pará de 200 a 600 kg/ha se incrementaron los rendimientos de peso vivo de 528 a 718 kilogramos por hectárea en un período de 336 días.

En los suelos de latosol en Carimagua, las praderas de *Melinis minutiflora* que se fertilizaron con Escorias Thomas, al tiempo de la siembra, estuvieron listas para el pastoreo varios meses antes que las praderas que no recibieron fertilizante. El ganado pastoreado en praderas de *Melinis minutiflora* ganó aproximadamente ocho veces más que el alimentado

con pasto nativo. La relación costo-utilidad fue muy favorable; los costos de establecimiento de *Melinis minutiflora* fueron de 23 dólares por hectárea y la ganancia adicional por año fue de 26 dólares por hectárea en comparación con el pasto nativo.

Se han reunido y clasificado aproximadamente 80 genotipos de la leguminosa tropical *Stylosanthes guyanensis*. Se continúa la selección para encontrar cultivares y especies que tengan buenas características de crecimiento y de resistencia a la enfermedad fungosa antracnosis (*Colletotrichum* sp.). Se han sembrado parcelas extensas con *Stylosanthes guyanensis* y con *Paspalum plicatulum* y lotes pequeños con varias gramíneas y leguminosas con el propósito de incrementar la disponibilidad de semillas de estas especies forrajeras.

Se continúa dando énfasis a la obtención y prueba de linajes de *Rhizobia* para facilitar la producción local de inoculantes para leguminosas. Se está estudiando la posibilidad de hacer agregados que contengan la semilla y el inoculante para su utilización en la siembra de praderas en suelos muy ácidos.

Los economistas y los zootecnistas del CIAT completaron el análisis de un estudio que abarcó 487 fincas ganaderas en la costa norte de Colombia.

Más de la mitad de las fincas tenía una extensión menor de 200 hectáreas y el 14 por ciento tenía más de 500 hectáreas. Predominan en la región las fincas dedicadas a la cría, sin embargo, aproximadamente, una tercera parte del ingreso total de las fincas pequeñas proviene de la venta de leche y de productos lácteos obtenidos de los hatos de ganado de carne. Este y otros estudios similares planeados para otras áreas ayudan al CIAT y a las agencias nacionales a establecer prioridades sobre investigación y adiestramiento.

Los estudios sobre sanidad animal continuaron enfocando el problema de las enfermedades del ganado bajo condiciones precarias del manejo de ganado, tratando de identificar y de seguir el curso de los cambios que ocurran en la salud de los animales con el aumento de la densidad de población que se produzca con el mejor manejo. Se continúa el trabajo con grupos representativos de ganado en varias localidades.

Yuca. El aumento en el personal científico logrado en 1972, aceleró el ritmo del trabajo y amplió el radio de acción en relación con este producto básico del CIAT.

El banco de germoplasma que ya cuenta con más de 2.000 colecciones, quedó libre de bacterias al utilizar el método de propagación con retoños verdes. En el futuro, el trabajo de mejoramiento genético será acelerado empleando un método rápido de multiplicación clonal en propagadores húmedos. En esta forma las unidades vegetativas pueden multiplicarse rápidamente y ser seleccionadas buscando ciertas características deseables.

Los ensayos agronómicos hechos en la sede del CIAT demostraron que con muy pocas dificultades se pueden obtener rendimientos de 30 toneladas por hectárea en menos de un año. Sin embargo, aún se continúa en la búsqueda de variedades de mayor rendimiento.

Los datos experimentales obtenidos en 1972 son preliminares pero sugieren que es posible aprovechar al máximo el potencial de producción. Diez de las variedades identificadas pueden tener un alto potencial. Se identificaron ciertas variedades que son tolerantes a los suelos ácidos, así como algunos herbicidas que pueden ser útiles y varios sistemas de control de malezas.

Los estudios hechos sobre el problema de almacenamiento dieron como resultado un método simple y de muy bajo costo mediante el cual es posible conservar las raíces cosechadas de yuca en montones cubiertos con tierra, en la finca, en una forma similar al método utilizado en algunos países europeos para el almacenamiento de la papa.

La reunión realizada para hacer una revisión del programa de yuca, tuvo lugar a comienzos del año, agrupó a más de 40 científicos de 15 países involucrados en trabajo con el cultivo de yuca. Estos especialistas ayudaron al CIAT a definir su programa de yuca y a estimular el interés y la cooperación entre las diversas instituciones que se interesan en este cultivo.

Porcinos. En un estudio intensivo sobre producción porcina en las fincas pequeñas, los especialistas en cerdos del CIAT obtuvieron datos y experiencia práctica en relación con estas actividades. El alto costo de los alimentos y las prácticas ineficaces de producción son factores que se combinan para hacer que este tipo de explotación pecuaria resulte una empresa económicamente marginal. Lo verdaderamente sorprendente es que entre el 80 y el 90 por ciento de los cien millones de cabezas que constituyen la población porcina de América Latina se produce bajo tales condiciones económicas.

El trabajo que se ha hecho en este proyecto indica claramente la dificultad que se presenta al tratar de incorporar la tecnología actual a sistemas de producción que sean prácticos y aceptables. Se diseñaron y demostraron conjuntos o "paquetes" de tecnología pero, en general, los campesinos adoptaron solamente parte del programa; esto indica la necesidad de introducir paulatinamente, prácticas comprobadas con el fin de ayudarles a obtener una producción mejorada.

Los especialistas en nutrición de cerdos continúan sus estudios e investigaciones para tratar de resolver los problemas del alto costo de los alimentos y de la falta de disponibilidad local de fuentes proteicas; estos son los principales factores que influyen en el potencial económico de la producción porcina en las áreas bajas tropicales. Se continúan los estudios de alimentación con banano, yuca, maíz, semilla de algodón, guandul y caupí.

Frijol. En mayo, la Junta Directiva del CIAT aprobó un programa para trabajar en el cultivo de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., a nivel regional en América Latina y en el área del Caribe. En octubre, se integró un grupo de científicos para estudiar la manera de mejorar los rendimientos de este cultivo que, con frecuencia, constituye la principal fuente de proteína en la dieta humana en América Latina.

Se continuó haciendo la evaluación de la colección de frijol del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; de un total de 3.780 co-

lecciones, se seleccionaron 1.097 como resistentes a la roya, 355 al complejo bacterial foliar y 214 al complejo viral.

La colección de germoplasma que se estudia en el CIAT incluye hasta ahora, unas 3.010 especies de **Phaseolus vulgaris** L. Se están observando 23 características en esta colección.

El trabajo experimental exploratorio en microbiología de suelos se enfocó hacia la producción focal de inoculantes efectivos y de buena calidad, que puedan permanecer viables bajo las condiciones de transporte y de almacenamiento en los trópicos. En pruebas preliminares, la inoculación de **Phaseolus vulgaris** L. influyó en los rendimientos de grano en un 100 por ciento.

Maíz. Para resolver los problemas de aceptación del maíz opaco-2 por parte del campesino y del consumidor, se hicieron esfuerzos para desarrollar un tipo de maíz semejante a los maíces cristalinos que se cultivan actualmente y que se consumen en las áreas bajas tropicales. Se aumentó la primera población promisorio de opaco-2, con endosperma modificado, procedente del CIMMYT; con este material se hicieron experimentos con ratas, y estudios de balanza de nitrógeno en niños, así como en un estudio piloto específicamente establecido. La calidad proteica de este maíz pareció ser buena y las compañías comerciales no tuvieron problemas de procesamiento que fueran distintos de los normales.

La altura excesiva de la planta de maíz, en las regiones costaneras de la zona andina, limita los rendimientos al reducir la eficiencia de producción de materia seca y al dificultar la cosecha debido al acame del cultivo. Se está aumentando la disponibilidad de semilla de las selecciones braquíticas y de porte bajo, con endosperma amarillo y blanco, escogidas por su rendimiento en diferentes zonas climáticas, con el objeto de distribuir material de cada linaje bajo estudio, en la mencionada zona geográfica.

Estos ensayos que se efectúan en programas nacionales en colaboración con el CIAT, proporcionan datos adicionales sobre el grado de adaptación y el potencial específico de cada combinación y se convierten en una nueva fuente de germoplasma promisorio que será de gran importancia para cada programa participante. Quizás, este sistema constituya la manera más eficiente de introducir y difundir nuevo germoplasma dentro de la zona.

Arroz. En muchos países se están probando o cultivando a escala comercial nuevas variedades mejoradas, recomendadas por el CIAT en 1971. La variedad CICA 4 ha sido distribuida bajo este nombre en Colombia, Venezuela, Brasil, Panamá, Costa Rica, Jamaica, Honduras y Guatemala y bajo los nombres de INIAP 6 y Avance 72 en el Ecuador y República Dominicana, respectivamente. La variedad IR22 se está distribuyendo con este nombre en Colombia, Venezuela, Panamá y Guatemala y con los nombres de INIAP 2 en el Ecuador y Navolato A 71 en México.

Los ensayos de rendimiento con 15 líneas promisorias indicaron que la mayoría es susceptible al añublo y pudrición de la vaina. Pero, como estas líneas son superiores a la variedad CICA 4 en las calidades de grano y de molienda, así como en pérdida de grano por desgrane, se justifica hacer pruebas más extensas.

Al hacer ensayos preliminares para adquirir más conocimientos sobre los problemas de producción de arroz en secano, se pudo observar que la variedad local Monolaya, la cual se adaptó bien a los suelos ácidos, tiene muchas características agronómicas favorables.

Los patólogos desarrollaron un nuevo método para obtener un alto grado de infección de **Pyricularia oryzae** en áreas de baja humedad el cual permite hacer una evaluación de la resistencia varietal del arroz al patógeno del añublo. Al tener disponible este método de evaluación no fue necesario continuar con las instalaciones hechas en el campo de Corinto, Cauca, en el cual se hacían estas evaluaciones anteriormente.

El sistema de producción continua de arroz durante todo el año se diseñó en la sede del CIAT como un ensayo para reducir el desempleo y aumentar los ingresos en varias áreas bajas tropicales de América Latina. Los resultados obtenidos permiten hacer la proyección de algunos sistemas de producción de arroz a varios niveles de magnitud y de intensidad de trabajo durante todo el año, desde la cosecha de campos de 0.2 hectáreas, cada 14 días, hasta la operación comercial de 120 hectáreas bajo mecanización y con el empleo continuo de 32 trabajadores para cosechar lotes de seis hectáreas por semana.

Sistemas Agrícolas. En 1972, toda la actividad en este campo de acción se concentró en el análisis de distintos enfoques hecho por el personal científico del CIAT, con el propósito de presentar una proposición concreta a la Junta Directiva en el año 1973. El enfoque resultante de este análisis propone esencialmente la concentración de esfuerzos orientados hacia el desarrollo de un proceso que permita el examen de los sistemas agrícolas existentes como preludeo a investigaciones adicionales o a la introducción de cambios. El equipo técnico que trabajará en el diseño de sistemas agrícolas incluiría especialistas en los campos de agronomía, economía agrícola, sociología rural, antropología, ingeniería de sistemas, ingeniería agrícola y si fuera necesario, personal especializado en suelos, ciencias pecuarias, geografía, ecología y otros campos afines.

Suelos. Al reconocer la necesidad de encontrar prácticas mejoradas sobre manejo de suelos en los trópicos, los edafólogos del CIAT iniciaron un estudio de los diferentes métodos de labranza, siembra y aprovechamiento de residuos vegetales después de hechas las cosechas. La experiencia obtenida en el primer año de estudio confirma el hecho de que la ausencia de labranza reduce considerablemente el tiempo requerido entre cosechas así como el nivel de costos de producción, siempre que haya otros medios de control de malezas que no resulten muy costosos.

Al continuar la selección de cultivos tolerantes a la acidez de los suelos se observó que el caupí podría ser la leguminosa más tolerante. El maíz y el frijol negro tienen un grado intermedio de tolerancia y los frijoles no negros son los menos tolerantes. Algunas variedades tradicionales de arroz utilizadas en cultivos de secano respondieron muy poco a la aplicación del nivel más bajo de cal que se ensayó mientras que la mayoría de las variedades semienanas respondió positivamente a la adición de cal y da un bajo rendimiento al no aplicar este material al suelo.

Actividades Internacionales. Con mayor intensidad que en años anteriores, en 1972 el CIAT desarrolló actividades a nivel internacional. Ve-

rics miembros del personal científico recientemente ingresados a la institución viajaron extensamente para familiarizarse con diversos programas y problemas nacionales, mientras que los miembros más antiguos se dedicaron a desarrollar programas cooperativos en varios países. Las conferencias, los simposios y los cursos cortos realizados atraieron varios centenares de personas al CIAT las cuales representaban no solamente a diversos sectores profesionales sino a los grupos ejecutivos que tienen poder de decisión en los países de las áreas tropicales. Al mismo tiempo 118 personas procedentes de 20 países participaron en los programas de adiestramiento, algunos por períodos de tres meses y la mayoría en cursos de un año de duración.

Actividades Administrativas

El nombramiento de un Director General Adjunto, a comienzos de 1972, hizo posible un desarrollo más amplio de las actividades internacionales del CIAT, así como de las proyecciones a largo alcance que interesan a la institución. Además, el Director General Adjunto coordinó reuniones y discusiones del personal científico y supervisó el planteamiento del nuevo enfoque del CIAT sobre sistemas agrícolas, de acuerdo con lo ordenado previamente por la Junta Directiva.

Al fin del año las negociaciones con el gobierno de Guatemala ya casi se habían terminado en relación con un proyecto cooperativo con el CIAT para planear y desarrollar una organización que integre la investigación, la educación y la extensión agrícola en ese país. Cuando se hayan hecho los arreglos, dos miembros del personal del CIAT serán asignados a Guatemala, permanentemente.

La construcción de los nuevos edificios ha progresado satisfactoria y rápidamente. Con el fin de hacer esta obra, los aumentos en el presupuesto capital incluyeron 750.000 dólares donados por la Fundación Kresge para contribuir a la construcción del edificio que albergará los servicios de comunicación; 718.000 dólares donados por la Fundación Rockefeller para completar el programa general de construcción y 800.000 pesos colombianos procedentes de la venta de una casa de campo, que dicha fundación tenía cerca a Girardot, Colombia.

Los edificios que alojan las dependencias de los programas de porcinos y de ganado de carne, fueron ya ocupados y están prestando servicio así como la Colonia de Animales Menores y los invernaderos.

El desarrollo de la granja en la sede del CIAT continuó dando énfasis a la rehabilitación de algunas áreas que presentan problemas de suelos a la nivelación de áreas en las que se localizarán las parcelas experimentales y finalmente, a la extensión del sistema de irrigación.

Casi todas las calles que circundan el complejo principal de edificios fueron pavimentadas.

No hubo nuevos donantes para el presupuesto de operaciones en 1972, habiendo sido los fondos disponibles proporcionados por las Fundaciones Ford, Rockefeller y W.K. Kellogg, la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (AID), la Agencia para el Desarrollo Internacional del Canadá y el gobierno holandés. Los fondos para las actividades de

proyección de programas hacia el futuro así como para otros proyectos especiales provinieron del Centro Internacional para el Desarrollo de Investigaciones, del Canadá, del Banco Interamericano de Desarrollo y de la Fundación W.K. Kellogg.

Al finalizar el año, la Fundación W.K. Kellogg anunció la aprobación, por parte de su Junta Directiva, de una donación de 1.500.000 dólares para financiar las actividades de adiestramiento y comunicación del CIAT por cinco años, a partir de enero de 1974.

El nombramiento de ocho personas dentro del personal científico le dio fortaleza al mismo. Durante el mismo año, el Dr. Roy Thompson, especialista en agronomía, renunció a la posición que ocupaba para regresar a la Universidad de Minnesota.

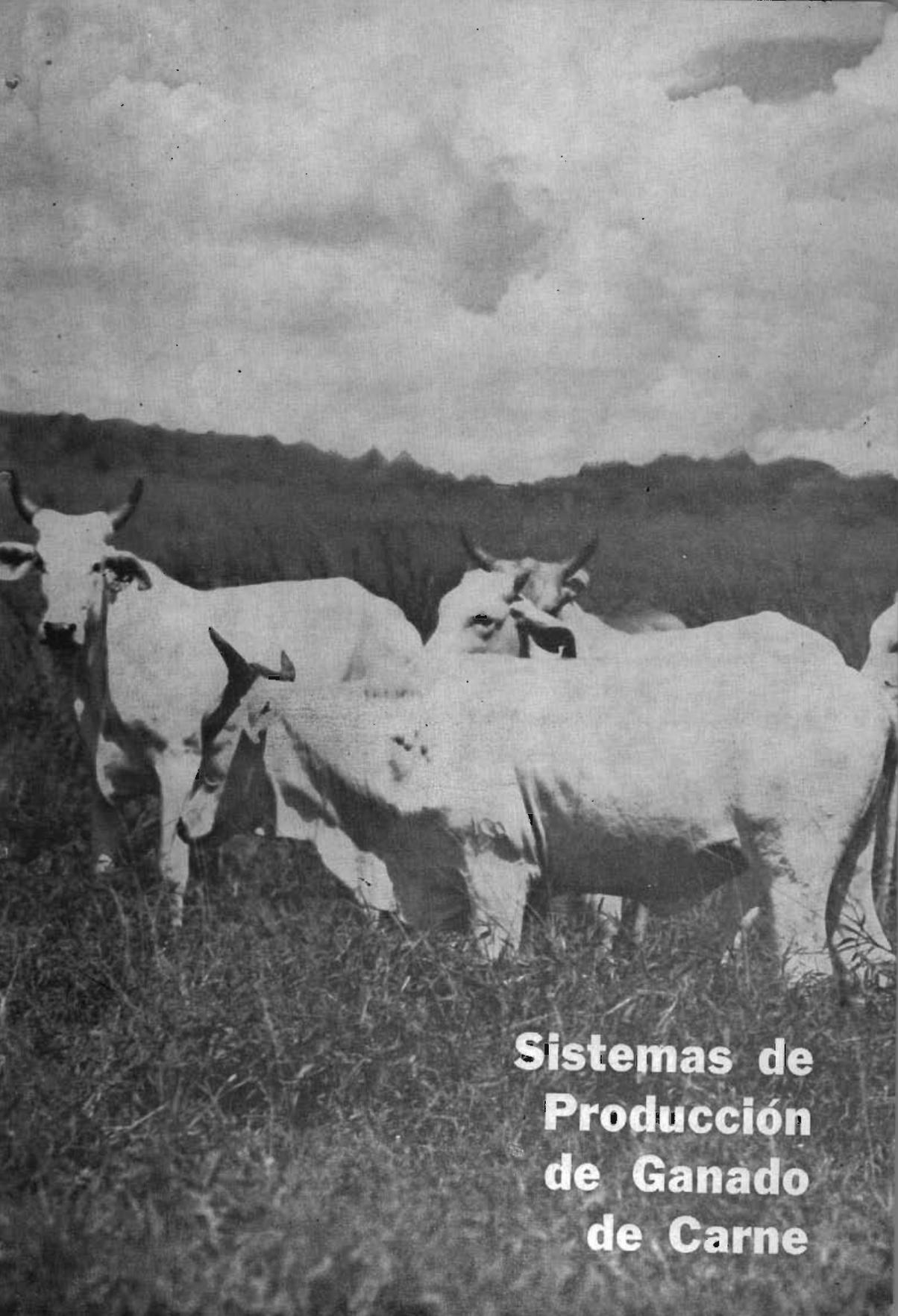
Los nuevos nombramientos fueron los siguientes: Dr. A. Colin McClung, Director General Adjunto; Dr. H. H. Stonaker, ciencias pecuarias; Dr. Eric Wells, sanidad pecuaria; Dr. Guillermo Hernández-Bravo, mejoramiento genético de frijol; Dr. J. Carlos Lozano, patología de yuca; Dr. Aart van Schoonhoven, entomología de frijol y yuca; Dr. Guillermo Gómez, porcinos, y Dr. Gustavo Morales, Patología animal.

Los nombramientos especiales incluyeron al Dr. Robert H. Booth, del Instituto de Productos Tropicales, de Inglaterra, para conducir estudios sobre almacenamiento de yuca; al Dr. Albert J. Clawson, nutriólogo de cerdos, en licencia sabática de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, y al Dr. Alberto Pradilla, pediatra, en licencia sabática de la Universidad del Valle, para estudios de nutrición con maíz opaco-2.

Otros cambios en el personal científico fueron los siguientes: el Dr. Thomas J. Galvin, veterinario, reemplazó a los Doctores Gary Adams y Radmiro Todorovic, especialistas en sanidad animal del proyecto de la Universidad Texas A & M quienes llegaron al término de su misión. El Sr. Kenneth Buhr, científico visitante, completó su trabajo con leguminosas de grano comestible en el CIAT y regresó a la Universidad Estatal de Iowa.

El Dr. David Franklin, ingeniero de sistemas del programa de nutrición de la Universidad de Harvard en Bogotá, fue empleado como consultor durante el año para ayudar al personal del CIAT en el diseño estadístico y en el análisis de datos así como en el desarrollo de un enfoque sobre sistemas agrícolas.

El Banco Internacional de Construcción y Desarrollo proporcionó los servicios de un consultor, el Sr. Michael Ruddy, quien colaboró en la elaboración del presupuesto y en agilizar los procedimientos de la contabilidad del CIAT. Con base en la experiencia adquirida en el CIAT posteriormente sugirió varios mecanismos administrativos que podrían ser adaptados por otros centros internacionales.



**Sistemas de
Producción
de Ganado
de Carne**

Los Gobiernos Nacionales y los sectores privados comienzan a estar conscientes del potencial pecuario de las áreas bajas tropicales y de los beneficios de diversa índole que se obtendrían de una industria pecuaria amplia y próspera. Al establecerla, habría una fuente adicional de proteína disponible para el consumo humano. El producto bruto nacional aumentaría, se crearían nuevas oportunidades de empleo y se elevarían los ingresos **per capita**. Al mismo tiempo, la producción de ganado de carne ofrecería un medio práctico y eficiente de poner en producción tierras que aún no se han desarrollado, muchas de las cuales no ofrecen posibilidad para la producción agrícola.

Aunque se ha comprobado un aumento en la producción de carne, la oferta sigue siendo mucho menor que la demanda. En realidad, este déficit ha aumentado, debido a diferentes causas: deficiencias en las políticas oficiales que rigen la producción pecuaria en diferentes países y en la difusión de nueva tecnología; poca atención prestada a la construcción de caminos y vías de penetración, crédito deficiente para las actividades agropecuarias y pocos incentivos para estimular tales actividades. Además, no se ha tenido suficiente disponibilidad de insumos agrícolas, tales como semilla de plantas forrajeras, fertilizantes fosfóricos y otros artículos necesarios para la producción pecuaria. Así como la poca disponibilidad de estos productos, el precio de los mismos no siempre ha sido razonable. La tecnología disponible ha sido mal aplicada al tratar de conjugar las prácticas de campo con las operaciones necesarias para lograr una producción remunerativa en lo económico. Finalmente, se ha comprobado la existencia de algunas barreras tecnológicas que han obstaculizado

la realización del potencial de los diversos recursos agropecuarios.

Los objetivos que se buscan en la investigación son: 1) proveer un suministro adecuado de alimento; 2) combatir las enfermedades y el parasitismo y 3) diseñar sistemas de producción que sean económicos a la vez que remunerativos. Se da atención especial al mejoramiento de la capacidad reproductora de los hatos puesto que los aumentos a largo plazo en la producción del ganado de carne dependerán, básicamente, en un aumento de la natalidad en los hatos lo cual conduce a la obtención de una mayor cantidad de hembras para la reproducción y de machos para el engorde.

Los objetivos del programa de adiestramiento incluyen la capacitación de especialistas en producción pecuaria y de investigadores en las distintas especializaciones dentro de las ciencias pecuarias.

SUMINISTRO ADECUADO DE ALIMENTOS

Sistemas de Producción de Pastos y Forrajes

Las causas principales de la baja fertilidad, del crecimiento lento y del aumento en la susceptibilidad a las enfermedades y parásitos son las deficiencias en proteínas, alimentos energéticos y minerales en las dietas. Por lo tanto, el mayor énfasis se ha puesto en la obtención de pastos y forrajes nutritivamente adecuados para todo el año, con suplementación cuando sea necesaria. Un equipo integrado de especialistas en suelos, microbiología de suelos, control de malezas, agrostología, utilización de

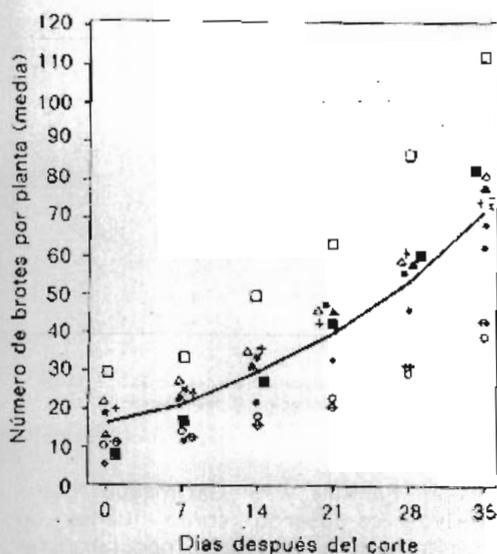


Fig. 1. Número de brotes que presentan nueve variedades de *Stylosanthes guyanensis* (cada una representada en la gráfica por un símbolo diferente). Las observaciones de campo se obtuvieron semanalmente después de 35 días de haber cortado las plantas a una altura de 5 cm. sobre el nivel del suelo.

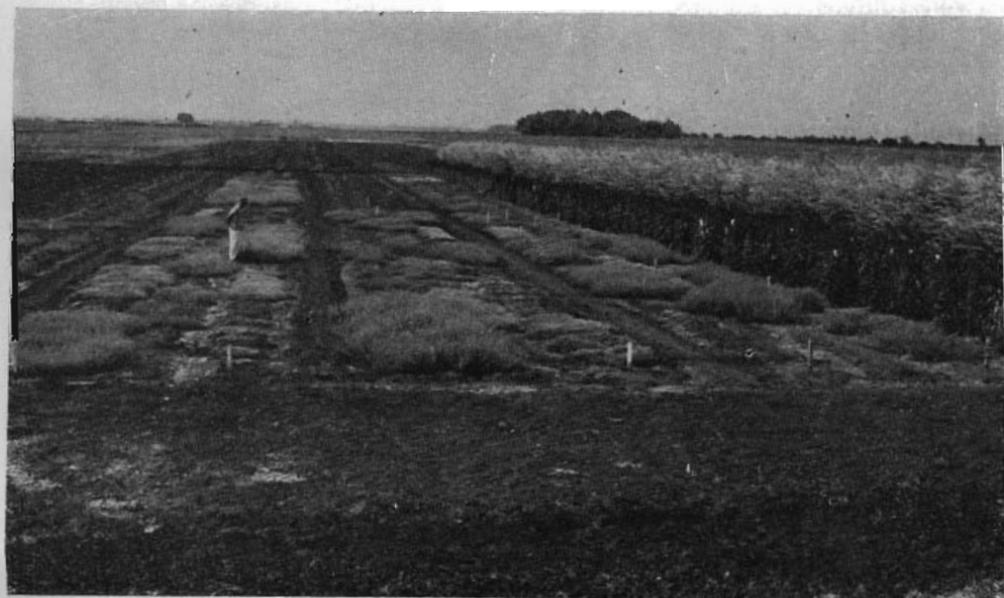
pastos y forrajes y nutrición de rumiantes, colaboraron en el desarrollo de este programa.

Evaluación de leguminosas tropicales

Stylosanthes. Se ha iniciado una colección de material genético, con unos 78 genotipos de la especie perenne, **Stylosanthes guyanensis**. La identificación preliminar del material, usando características morfológicas y agronómicas, se hizo en el jardín de introducciones, en parcelas pequeñas y en el invernadero.

La colección incluye una amplia gama de ecotipos colectados en Colombia, desde el nivel del mar hasta 1.700 m de altura. En una muestra de nueve ecotipos de *S. guyanensis* se encontró una variación de hasta el triple en cuanto al número de retoños entre los ecotipos (Fig. 1). Estas nuevas introducciones se obtuvieron en regiones de suelos ácidos del Valle del Cauca, Llanos Orientales y la costa atlántica de Colombia. Algunas introducciones se recibieron de Costa Rica y Panamá.

Un adelanto reciente e importante ha sido el de la identificación y el aislamiento del hongo patógeno *Colletotri-*



Introducciones de la leguminosa tropical *Stylosanthes* en la sede del CIAT.

CUADRO 1. Reacción de cultivares de *Stylosanthes guyanensis* a *Colletotrichum* sp.¹

No. de colección del cultivar	Origen	Grados de ² infección	
41	Panamá		0.2
21	Colombia		0.3
18	Colombia		0.5
50	Colombia		0.7
42	Panamá		1.2
Cook	Australiano Comercial		1.5
20	Colombia		2.2
30	Panamá		3.0
Schofield	Australiano Comercial		4.0
Endeavour (prueba)	Australiano Comercial		4.5

¹ Promedio de 16 plantas inoculadas por cultivar.

² Grado de infección: 0 = sin síntomas; 1 = lesiones necróticas pequeñas en las hojas; 2 = lesiones necróticas grandes en las hojas; 3 = defoliación; 4 = defoliación y lesiones en el tallo; 5 = plantas muertas.

chum sp., causante de la antracnosis, la cual afecta algunas especies y ecotipos de *Stylosanthes*. Desde el año 1965 se informó de la aparición en Bolivia de esta devastadora enfermedad. Observaciones recientes confirman la presencia de antracnosis en Florida, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Colombia.

Se han hecho estudios en el invernadero orientados especialmente hacia la selección de especies y ecotipos de *Stylosanthes* resistentes a la antracnosis. Se aislaron cultivos de *Colletotrichum* sp. procedentes de plantas enfermas obteni-

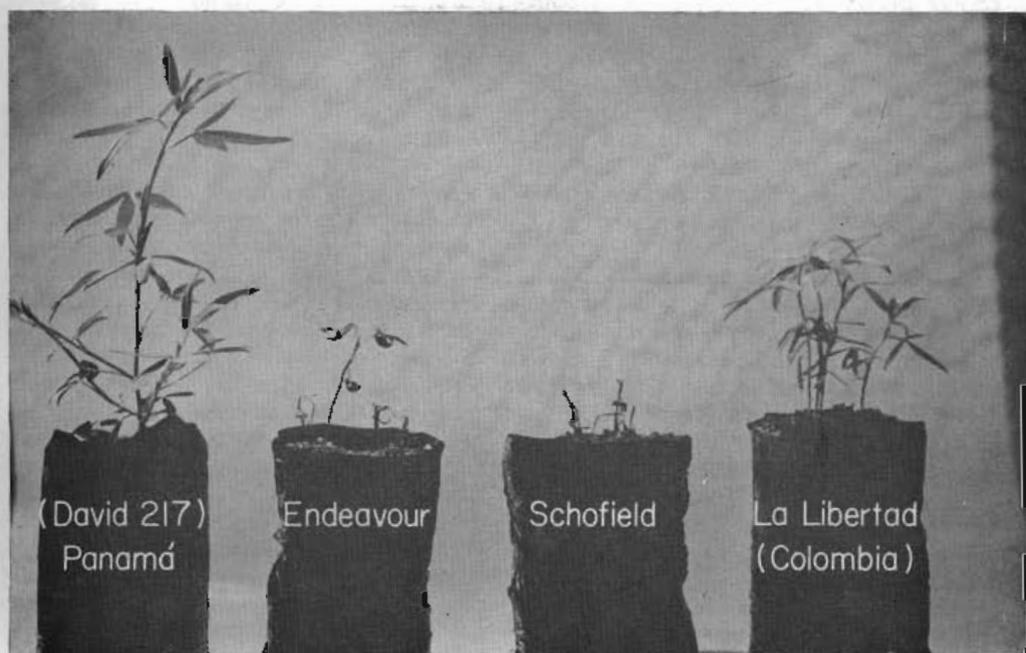
das en Palmira y en Carimagua. Estos cultivos se usaron como fuente de inóculo, con los cuales se inocularon retoños de tres y cuatro semanas de edad, así como plantas maduras, rociándolas con una suspensión de conidias. Las plantas se mantuvieron bajo una cubierta de polietileno por tres días y se calificaron de acuerdo con la severidad de infección, después de 7 y 14 días. El promedio de infección varió entre especies y ecotipos. Hubo variaciones en la susceptibilidad entre y dentro de especies a varios tipos del patógeno (Cuadros 1 y 2; foto pág. 17).

CUADRO 2. Reacción de especies y variedades de *Stylosanthes* a tres cepas de *Colletotrichum* sp.¹

Especie o variedad	No. de Colección	Grados de infección ² por aislamiento No.		
		35	34	48
<i>S. subsericea</i>	C.F.I. 37274	0	0	0
<i>H. hamata</i>	CIAT 58	0	0	0
<i>S. guyanensis</i>	Q. 8442	0	1	1
<i>S. guyanensis</i>	C.F.I. 40255	0	1	1
<i>S. guyanensis</i> La Libertad	CIAT 18	1	1	1
<i>S. guyanensis</i> Schofield		1	1	2
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 68	0	1	4
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 48	0	1	4
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 45	0	1	4
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 44	0	2	4
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 69	1	2	4
<i>S. guyanensis</i>	CIAT 71	1	1	5

¹ Promedio de 16 plantas por cultivar y aislamiento.

² Grado de infección: 0 = sin síntomas; 1 = lesiones necróticas pequeñas en las hojas; 2 = lesiones necróticas grandes en las hojas; 3 = defoliación; 4 = defoliación y lesiones en el tallo; 5 = plantas muertas.



Cuatro ecotipos de *Stylosanthes guyanensis* con diferente grado de susceptibilidad a la antracnosis. Las dos plantas al centro son muy susceptibles; las dos de los extremos tienen alguna resistencia.

Una introducción de *Stylosanthes guyanensis* procedente de Costa Rica (C.P.I. 34.000) y la variedad local (La Libertad) mostraron mucha resistencia. La especie *S. subsericea* (C.P.I. 37.274) y una variedad local, *S. hamata*, mostraron resistencia completa a todos los tipos de antracnosis. Los cultivares comerciales australianos denominados Schofield, Cook y Endeavour, mostraron una susceptibilidad que osciló entre moderada y alta.

La resistencia a antracnosis tiene gran importancia. Algunos resultados preliminares indican que puede ser relativamente fácil seleccionar linajes de *Stylosanthes* con resistencia a antracnosis. La existencia de varios tipos del patógeno y el hallazgo de que las especies y ecotipos difieren en su resistencia a los diferentes tipos del hongo, llevan a la sugerencia de que el conjunto de genes disponibles de *Stylosanthes* debe ser aumentado para proveer una base más amplia de selección.

Centrosema. En un experimento con parcelas pequeñas se están comparando selecciones de la generación F_4 , resultantes del híbrido *C. brasilianum* x *C. virginianum*, con una variedad comercial y dos líneas nativas de **Centrosema**. La producción de materia seca y la capacidad de desarrollo de estolones son los parámetros usados para la evaluación del material genético.

Desmodium intortum. En las regiones ecuatoriales la falta de disponibilidad de semilla es el mayor problema en el aprovechamiento del cultivar "hoja verde" y de otros ecotipos de **Desmodium** que son originarios de las altas latitudes. Algunas introducciones procedentes de Ecuador y de Panamá se están comparando con el ecotipo local, en busca de tipos más prolíficos.

Microbiología del Suelo

Se ha dado mucho énfasis a la recolección y prueba de cepas de **Rhizobia**

con el propósito de facilitar la producción local de inoculantes de buena calidad. Para asegurar la viabilidad de los microorganismos durante el transporte a lugares lejanos y el almacenamiento en tales lugares, se han ensayado algunas sustancias orgánicas de origen local que sirvan como medio de transporte o vehículo para los inoculantes.

Selección y prueba de cepas. En 1972 se hicieron unos 400 aislamientos tomando material de los nódulos de plantas leguminosas, ya sean nativas o introducidas. Los *Rhizobia* obtenidos fueron clasificados y conservados por liofilización. La colección con la cual se trabaja incluye cepas para plantas de las especies *Alysicarpus*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Rhynchosia*, *Sesbania*, *Stizolobium*, *Stylosanthes* y *Trifolium*. Se están llevando a cabo ensayos para determinar la habilidad para fijar nitrógeno que tiene cada una de las cepas ensayadas. Las plantas más pequeñas se cultivan en agar estéril y las de mayor tamaño, en frascos Leonard. Las cepas inefectivas son eliminadas después del primer "tamizado" o selección; las cepas que muestran tener mayor eficiencia como fijadoras de nitrógeno son luego sometidas a pruebas comparativas en macetas y, finalmente, en el campo.

Algunos resultados preliminares indican la importancia de seleccionar los organismos fijadores de nitrógeno de acuerdo con su efectividad bajo condiciones específicas, tanto en cuanto a clima como a suelo. La cepa CB756 es usada en Australia como efectiva para una amplia gama de condiciones ecológicas y para plantas tan distintas como son *Arachis hypogea*, *Vigna sinensis*, *Calopogonium* sp. y *Stylosanthes*. Bajo las condiciones iniciales del ensayo, su efectividad resultó limitada, por lo que será necesario hacer un mayor número de pruebas para estudiar los efectos de la temperatura sobre los microorganismos y la alternabilidad de linajes.

Este programa de aislamiento y prueba de cepas será continuado en 1973.

Para entonces se espera que el CIAT haya podido establecer cepas de inoculantes que sean apropiados para la mayoría de las plantas leguminosas que se cultivan en las áreas bajas tropicales de América Latina.

Sustancias orgánicas utilizadas como vehículo para los inoculantes. Para que las sustancias utilizadas como medio excipiente para los inoculantes sean adecuadas deben tener la propiedad de mantener los microorganismos con un alto grado de viabilidad por períodos de hasta tres meses, ser de reacción neutra o bien neutralizable en su pH, así como tener una alta capacidad de retención de agua. En general, los materiales que tienen un alto contenido de materia orgánica brindan una mejor protección a los *Rhizobia*. La turba es la sustancia que se emplea con más frecuencia para este propósito. Para estudiar el posible uso de algunos materiales provenientes de seis localidades se hizo un ensayo comparativo en el cual se utilizaron inoculantes producidos en 1972 y material inerte consistente en turba de Sibundoy, bagazo de caña de azúcar y una mezcla de ambos materiales. Los inoculantes fueron enviados a algunos agricultores para su utilización en sus respectivas fincas. La supervivencia de los linajes estudiados y de los materiales utilizados aparecen en la Fig. 2.

Semillas revestidas. La fuerte acidez de los suelos que con frecuencia existe en muchas áreas bajas tropicales puede afectar la supervivencia de los inoculantes al ser éstos incorporados al suelo, lo cual resultará en una nodulación deficiente. Debido a esto hemos contemplado la posibilidad de inocular y revestir la semilla de las plantas forrajeras leguminosas con el propósito de mejorar la nodulación bajo condiciones de alta acidez de los suelos. En este estudio se utilizaron plantas de *Stylosanthes guyanensis* y de *Leucaena leucocephala*. Los resultados se muestran en la Fig. 3 y se pueden resumir en la forma siguiente:

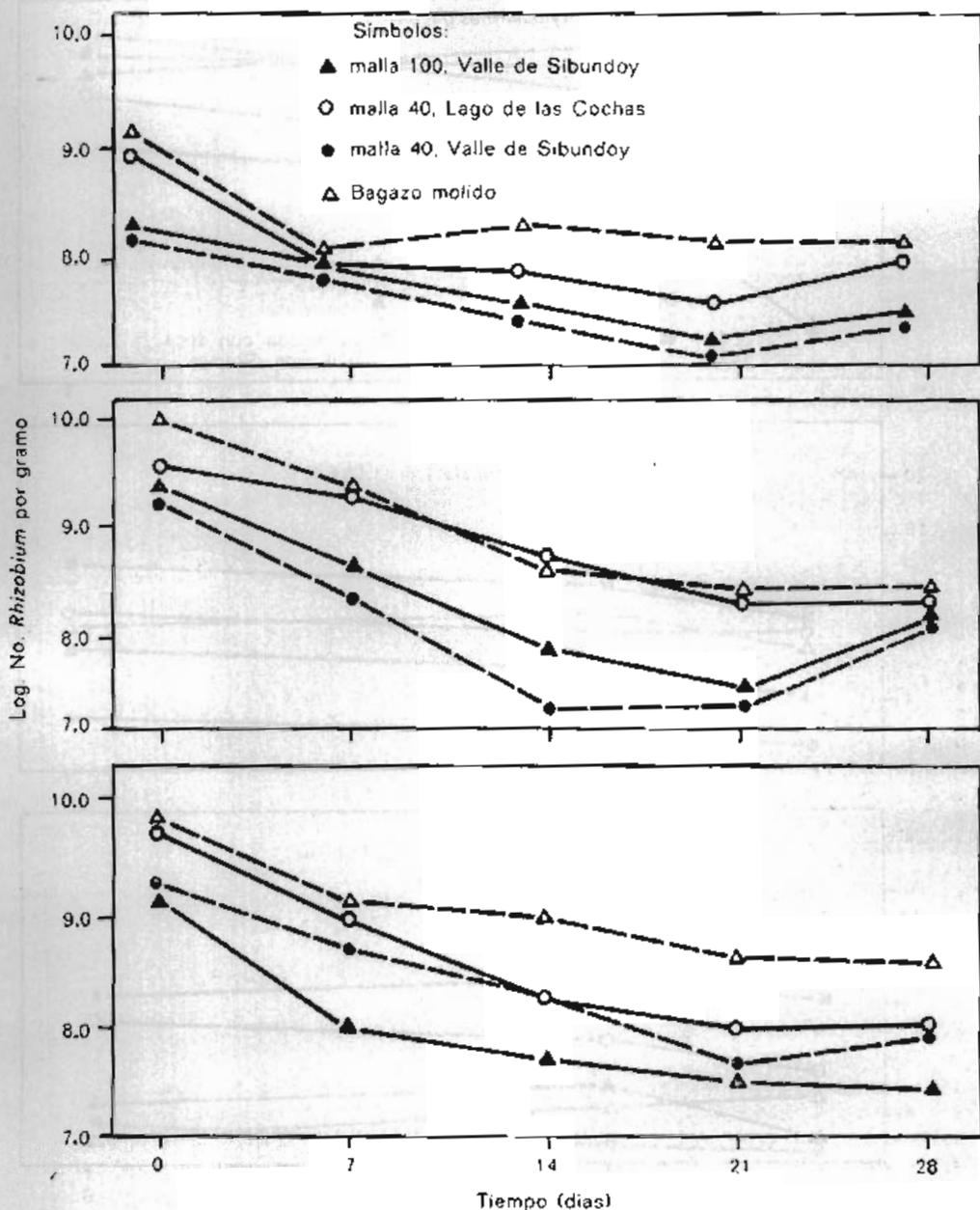


Fig. 2. Comparación de la supervivencia mostrada por tres cepas de *Rhizobium* spp. (CIAT 92, parte superior; CIAT 57, centro; CIAT 44, parte inferior), mantenidos a 28°C y mezclados en diferentes medios orgánicos.

- a) Todas las cepas ensayadas necesitan inoculación para asegurar una nodulación adecuada.
- b) La operación de revestir las semillas con cal molida o bien con roca fosfórica como material inerte,

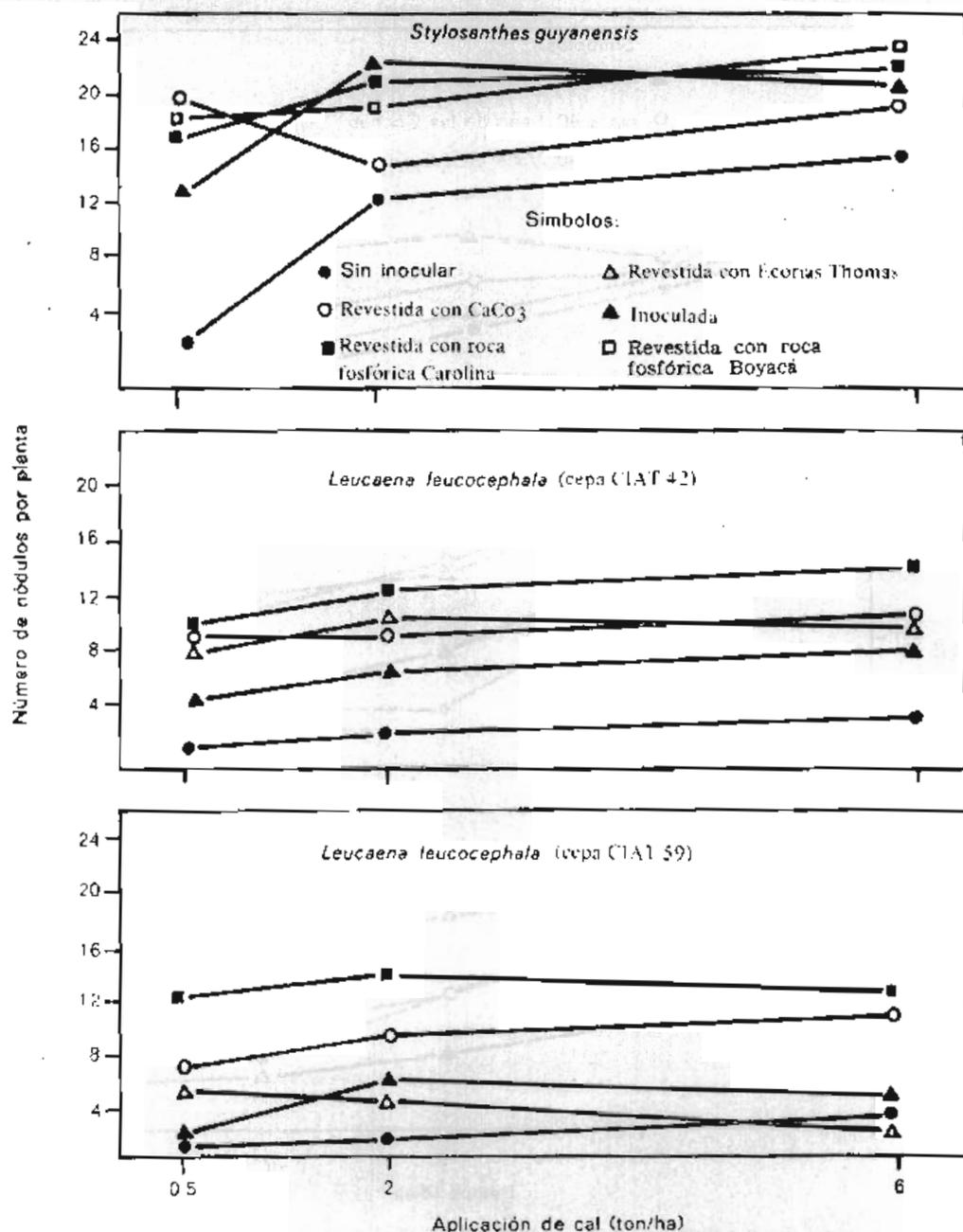


Fig. 3. Efecto de la inoculación y del revestimiento sobre la nodulación de tres leguminosas tropicales forrajeras.

dio como resultado una buena nodulación en todas las especies forrajeras incluidas en el ensayo. La nodulación fue efectiva aun en niveles de aplicación de cal tan bajos como 0.5 ton/ha.

- c) Las Escorias Thomas no resultaron ser material satisfactorio en el proceso de revestir semillas.
- d) Se encontraron diferencias entre cepas de **Leucaena** en cuanto a susceptibilidad a condiciones adversas; la selección de cepas para determinar resistencia a la acidez de los suelos, tanto en dicha especie como en otras, puede tener plena justificación.

Suministro de inoculantes. En el año 1972 se suministró inoculante para una cantidad de semilla de más de 3.000 kilogramos incluyendo las especies **Centrosema** (800 kilos), **Desmodium** (300 kilos), **Stylosanthes** (600 kilos) y **Leucaena**.

Se han preparado antisuecos para trabajar con todas las cepas de inoculantes; en 1973 se establecerán procedimientos para el control de la calidad de estos.

Mejoramiento genético

Pennisetum. Se obtuvo un híbrido interespecífico entre un millo (pearl millet, **Pennisetum typhoides**) y pasto Elefante (**Pennisetum purpureum**) cruzando el millo andro estéril Tift 23A y una variedad local de pasto Elefante. El híbrido es interesante, desde el punto de vista agronómico, con la ventaja adicional de que su semilla es viable. Se recogió semilla de millo andro estéril, el cual fue sembrado en surcos alternados con pasto Elefante. Estas semillas, al ser sembradas, produjeron plántulas vigorosas. Se está determinando el porcentaje de plantas híbridas perennes con similitud al pasto Elefante, así como su valor agronómico. (Fotos págs. 22 y 23).



La espiga de pasto Elefante (**Pennisetum purpureum**) es usada como polinizador en cruces con Millo (**P. typhoides**).

Brachiaria. Se está investigando cual es la modalidad de reproducción de **Brachiaria ruziziensis**. (Foto inferior pág. 23 y superior pág. 24). Esta especie ha demostrado recombinación sexual tanto en cruces por polinización manual como en polinización natural alcanzando hasta el 90 por ciento el grado de cruzamiento. Algunos clones han mostrado un promedio de 30 por ciento de espiguillas con cariopsides en la fecundación natural. Estos mismos clones, al ser autofecundados, han mostrado solamente 0.5 por ciento de fertilidad. Las progenies derivadas de autofecundación mostraron tener menor vigor comparadas con progenies obtenidas por fecundación abierta. La meiosis es normal con los 18 cromosomas asociándose en 9 pares bivalentes. El promedio estimado de la fertilidad del polen es del 90 por ciento.



En primer plano, una planta híbrida (*Pennisetum typhoides* x *P. purpureum*), de porte bajo, de hojas abundantes, en contraste con la planta erecta que aparece en segundo plano (*P. typhoides*) que es observada por un especialista.



Campo de cruzamiento de millo macho estéril Tift 23A x pasto Elefante.

Producción de semilla

Con el propósito de aumentar la disponibilidad de semilla de especies forrajeras seleccionadas, el CIAT ha sembrado más o menos 7.5 hectáreas de *Stylo-*

santhes guyanensis, variedad La Libertad (Foto inferior pág. 24) y 6 hectáreas de *Paspalum plicatulum*. Algunas áreas más pequeñas se han dedicado a la producción de semilla de *Desmodium distortum*, *Urochloa mosambicensis*,



Se siembran plantas de diferentes ecotipos de *Brachiaria ruziziensis* en unidades separadas con el propósito de estudiar su respectiva capacidad para producir semilla fértil.

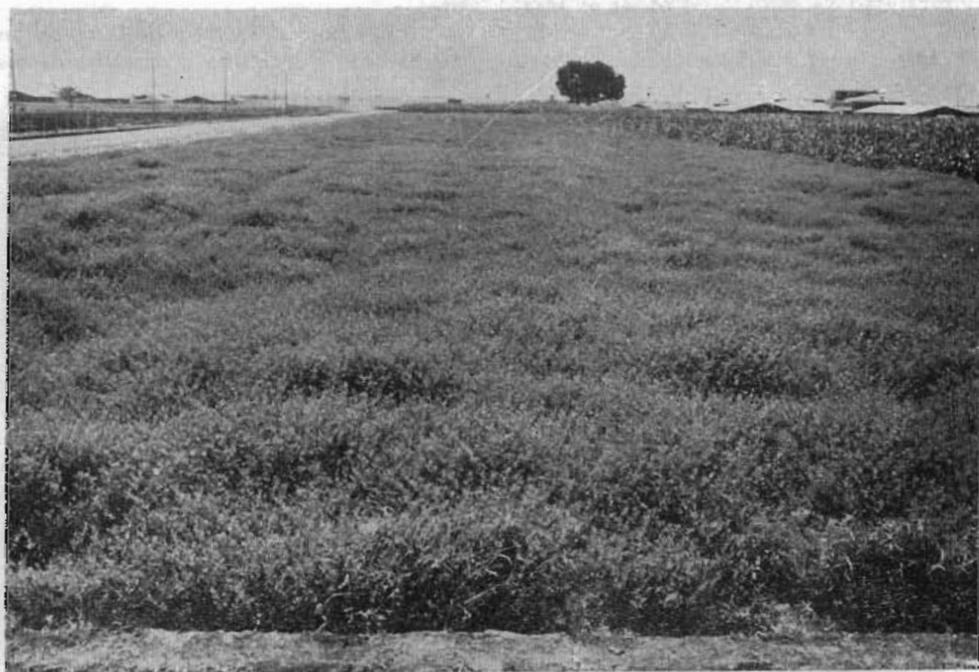
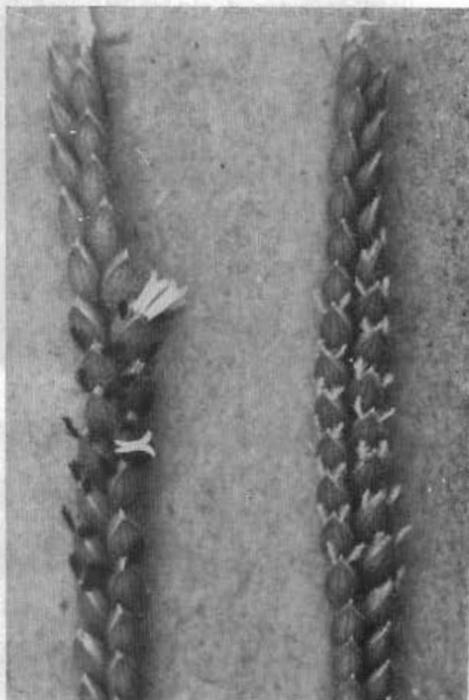
Centrosema, Kudzú, Desmodium intortum y otras especies de **Stylosanthes**.

Establecimiento de praderas

En Carimagua se han iniciado estudios sobre el establecimiento práctico y económico de praderas, así como la resiembra de las mismas con especies que producen semilla fértil.

Se sembraron las gramíneas **Melinis minutiflora**, **Hyparrhenia rufa**, **Brachiaria decumbens**, **Paspalum plicatulum** y **Urochloa mosambicensis** Q. 2447 en asociación con cuatro **Stylosanthes** (La Libertad, Cook, C.P.I. 34.000 y **S. subsericea** C.P.I. 37274) para determinar el rendimiento de materia seca, producción estacional, compatibilidad entre gramíneas y leguminosas y valor nutritivo de los componentes de las mezclas.

El color del estigma de estos dos tipos del pasto tropical *Brachiaria ruziziensis* sirve como guía en el estudio de polinizaciones controlada con esta planta forrajera. El fenotipo blanco, sin antrocianina, aparece a la derecha.



Campo de *Stylosanthes guyanensis* dedicado al aumento de semilla con el propósito de utilizarla posteriormente en la siembra de lotes que se someterán a pruebas de pastoreo.

En otro experimento en Carimagua se investigaron algunos métodos de introducción de *Stylosanthes* y *P. plicatum* dentro de la vegetación de la pradera nativa, con y sin tratamiento agronómico y fertilizante. El número de plántulas establecidas, tanto de gramíneas como de leguminosas, aumentó con la proporción de las prácticas culturales empleadas.

Se sembraron dos variedades de *Stylosanthes guyanensis* y *S. subsericea* en la pradera natural, luego de haber pasado una rastra ligera de discos y con la aplicación de cuatro niveles de fósforo (0, 25, 50, 75 kg/ha P_2O_5). Se obtuvo un establecimiento satisfactorio de las leguminosas en todos los tratamientos y el *Stylosanthes*, así como los pastos nativos, respondieron significativamente a la aplicación del fósforo. (Cuadro 3).

Control de malezas

Los problemas mayores de control de malezas en las praderas tropicales se encuentran en los suelos de muy baja fertilidad, o bien en otros situados en valles aluviales pero con malas condiciones de drenaje. En la Costa Atlántica y en los Llanos Orientales de Colombia, en donde se encuentran estas condiciones, se han iniciado programas de control de malezas en potreros.

Los problemas se pueden clasificar en tres categorías: 1) gramíneas y

ciperáceas no deseables; 2) plantas herbáceas anuales de hoja ancha, y 3) especies arbustivas perennes. Las malezas en la primera y última categoría son las más problemáticas. En relación con la segunda categoría la investigación realizada por el CIAT ha mostrado que especies tales como *Cassia tora*, *Hyptis* spp., *Lantana camara*, *Vernonia patens*, *Verbesina turbacensis*, *Solanum hirsutissimum* y *Corchorus* sp., se controlan fácilmente con aplicaciones foliares de los herbicidas hormonales comunes (2, 4-D; 2,4,5-T, Dicamba y Picloram) y con mezclas de ellos a una concentración del 0.5 por ciento (volumen /volumen), de las formulaciones comerciales.

En cuanto a las plantas arbustivas, las siguientes especies presentan resistencia a aplicaciones foliares de los productos mencionados: *Heliconia bihai*, *Scheelea butyraceae*, *Chamaefistula bacillaris*, *Piper marginatum*, *Chomelia spinosa*, *Smilax spinosa*, *Ahouai nitida* y otras. Los próximos ensayos se harán con estas especies empleando varios surfactantes para ayudar la penetración foliar y con mezclas de herbicidas con el petróleo diesel (ACPM) aplicado al tocón inmediatamente después de cortar el arbusto.

Algunas especies muestran respuestas variadas a la aplicación foliar de los herbicidas. Por ejemplo, la *Malachra acrifolia* es algo resistente al Picloram + 2,

CUADRO 3. Respuesta al fósforo por *Stylosanthes* sembrado en la pradera natural. Producción del primer corte, tres meses después de la siembra.

Variedad o especie de <i>Stylosanthes</i>	Nivel de P_2O_5 kg/ha			
	0	25	50	75
Rendimiento promedio de materia seca kg/ha				
<i>S. guyanensis</i> C.P.I. 34,000	290	580	640	600
<i>S. guyanensis</i> La Libertad	310	440	675	775
<i>S. subsericea</i> C.P.I. 33943	225	420	280	645

4-D y muy susceptible al 2,4,5-T. El *Steiractinia cornifolia*, en cambio, es más susceptible al Picloram + 2,4-D que al 2,4-D o al 2,4,5-T solos o en mezcla. Otra especie arbustiva, la *Cordia colococa*, parece ser más susceptible al Dicamba + 2,4-D que a otros tratamientos. Por lo tanto, la recomendación para un complejo de malezas específico debe ser precisa y tal vez requiera la combinación de diferentes productos.

Se estudiaron dos especies gramíneas en el Centro de Investigación del ICA, La Libertad, cerca de Villavicencio, Meta. La especie denominada rabo de zorro (*Andropogon bicornis*) es una maleza semileñosa, que no es apetecible, muy abundante en los Llanos y regiones selváticas de muchos países latinoamericanos. Resiste la quema y se propaga por medio de semillas abundantes y livianas que se producen cada año. La Guayacana (*Imperata contracta*) alcanza menos altura pero también ocasiona problemas graves. Se reproduce por semillas o por rizomas agresivos y por esta razón, aparece en manchas en el campo. Ambas especies tienen hojas erectas; si se aplica un herbicida postemergente debe ser muy tóxico hacia estas especies pues la cantidad de producto absorbido será muy inferior a la que penetra en otras malezas con hojas más anchas y planas.

Los resultados indican que el Glifosato, un nuevo producto postemergente, translocable, no selectivo, es el más efectivo para controlar *A. bicornis*. Un kilogramo del ingrediente activo/ha es suficiente en una sola aplicación y es preferible a una aplicación fraccionada de la misma dosis. Los productos normalmente efectivos para controlar gramíneas como Dalapon, TCA, DSMA y MSMA, no fueron efectivos contra esta especie y las aplicaciones fraccionadas no presentaron ventaja.

Sin embargo, para el combate de *I. contracta*, el glifosato dio un control menos eficiente. El Dalapón mostró los mejores resultados; los otros productos no fueron eficaces. El Paraquat y el ácido cacodílico ocasionaron una quemazón

inicial del foilaje de ambas especies pero luego las plantas se recuperaron. El Diuron en postemergencia brindó un control regular de las dos especies.

El programa de control de malezas también contribuyó significativamente al programa de adiestramiento pecuario. Además de las conferencias y ejercicios prácticos presentados en la sede del CIAT (Palmira) y en Turipaná, se establecieron ensayos con siete herbicidas en dos dosis cada uno, para dar a los estudiantes experiencia en control de arbustos.

Los tratamientos incluidos en el ensayo fueron agrupados en una especie de "paquete", o conjunto y se colocaron cuatro paquetes en cada granja donde se adiestran los becarios. Antes del comienzo del verano, se logró aplicar un total de 24 ensayos en un amplio complejo de malezas. Los becarios están recogiendo las lecturas de campo de estos ensayos y esta labor continuará hasta el final de su permanencia en las fincas, en abril, 1973. Ha sido muy estimulante observar el interés que el tema de malezas ha despertado en los veterinarios y zootecnistas y se espera que después del adiestramiento recibido sean mejores especialistas en producción pecuaria.

Antes de dar recomendaciones efectivas al ganadero, se deben conocer bien las especies de malezas que presentan problema en cada zona en particular. Este conocimiento de las malezas se puede lograr únicamente cuando existen publicaciones a nivel medio técnico para la identificación de tales plantas.

En colaboración con el ICA y la Universidad Nacional de Medellín, se ha preparado un manual para la identificación de algunas malezas en praderas de las zonas bajas tropicales, el cual está próximo a ser publicado. Contiene ilustraciones en blanco y negro, y descripciones de las 115 malezas más frecuentes en praderas de esas zonas.

CUADRO 4. Ganancia de peso de novillos pastoreando pasto Pangola fertilizado con nitrógeno. Palmira, Colombia.

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal, novillos/ha					
	4	5	6	7	8	9
	kg/día					
200	0.406	0.400	0.332			
400		0.453	0.353	0.335		
600			0.443	0.356	0.328	
800				0.434	0.371	0.350

Utilización de praderas y forrajes

Sede del CIAT en Palmira

En 1971 se establecieron dos ensayos de pastoreo para evaluar el efecto que tiene la fertilización nitrogenada sobre la producción de carne en praderas con siembras puras de gramíneas, sometidas a una fuerte presión de pastoreo (Foto pág. 29).

En uno de los ensayos se fertilizó el pasto Pangola con cuatro niveles de nitrógeno en forma de urea; cada uno de los niveles de nitrógeno se pastoreó bajo tres intensidades en sistema de pastoreo rotativo sobre seis parcelas para cada tratamiento. Este experimento fue diseñado para recibir riego de acuerdo con las necesidades de agua del suelo; sin embargo, una prolongada sequía que duró más de seis meses redujo la disponibilidad de agua de riego, habiéndose regado solamente tres de las 10 veces que fueron necesarias. Los resultados obtenidos se presentan en los Cuadros 4

y 5. Los aumentos de peso fueron inferiores a lo esperado. Se supone que hubo deficiencias en el suelo de boro, zinc y hierro. Sin embargo, el rendimiento del pasto en términos de materia seca no aumentó con la adición de estos elementos. Pero, a medida que pasa el tiempo se ha notado un mejoramiento en las praderas, lo cual se puede deber al mejoramiento en el drenaje del suelo y al efecto acidificante del fertilizante nitrogenado. El pH original del suelo era alrededor de 8.2 en el área experimental.

En el Cuadro 6 se presenta un análisis preliminar de los resultados económicos obtenidos de este experimento. En general, se obtuvo un 8 por ciento sobre la inversión total, la cual, en este caso, incluye 20 por ciento de interés sobre el valor del ganado y la tierra y 15 por ciento sobre los demás costos fijos. Estos niveles de interés se consideran como el costo de inversión de oportunidad. Para una empresa ganadera, un 8 por ciento de ganancia neta,

CUADRO 5. Producción de carne en pasto Pangola fertilizado con nitrógeno. Palmira, Colombia.

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal, novillos/ha						Promedio
	4	5	6	7	8	9	
	Kg ganancia de peso/ha/308 días						
200	500	616	613				576
400		697	652	722			690
600			818	767	806		797
800				936	912	981	943

CUADRO 6. Interés al capital invertido en el engorde de novillos en pasto Pangola irrigado y fertilizado con nitrógeno¹.

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Carga animal, novillos/ha					
	4	5	6	7	8	9
	Porcentaje de interés					
200	6.0	13.0	9.6			
400		9.2	6.5	8.9		
600			9.1	6.6	10.0	
800				8.8	7.5	9.2

¹ Las inversiones incluyen el interés pagado por todo el capital invertido a la tasa del 20% anual por el ganado y la tierra y el 15% para los demás costos.

calculada en esta forma, se considera como muy satisfactoria.

En otro ensayo, la respuesta del pasto Pará (*Brachiaria mutica*) a la fertilización nitrogenada, sin riego, fue menor que la obtenida en el pasto Pangola. En el Cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos en un experimento en el cual se emplearon niveles de nitrógeno de 200, 400 y 600 kg. (como urea) por año. Las parcelas fueron pastoreadas en forma rotativa, con tres intensidades de pastoreo.

Los aumentos individuales de peso obtenidos en los experimentos con Pangola y Pará no son lo suficientemente altos para justificar el empleo de un sistema de pastoreo intensivo como el propuesto. Las ganancias máximas obtenidas fueron entre 350 y 400 gr en los dos casos, mientras que es posible esperar niveles de 550 a 600 gr diarios. Parece evidente que, en estos casos, el potencial genético de producción cons-

tituyó un factor limitante. Una manera de elevar el bajo nivel de producción de los novillos sería por medio del empleo de animales mejorados, o sea utilizando cruces de ganado Cebú y ganado criollo o Cebú con una raza europea de crecimiento rápido. Una indicación del nivel de aumento en peso que se puede obtener con el uso de animales cruzados se obtuvo en el experimento con pasto Pangola, en el cual se emplearon dos novillos cruzados Charolais x Cebú, en cada uno de los tratamientos. Los animales Charolais x Cebú tuvieron un aumento de peso de 472 gramos por día, en tanto que los animales Cebú del mismo tipo que emplea el productor colombiano, acusaron un aumento de 353 gramos por día, es decir, un aumento del 34 por ciento, aproximadamente.

Turipaná

En noviembre de 1971 se trató de establecer una mezcla de leguminosas y de pasto Pará en la Estación Experimental de Turipaná. Sin embargo, fue necesario resembrar el área en mayo de 1972 ya que el período de sequía que hubo inmediatamente después de la siembra y la falta de agua de irrigación impidieron la germinación adecuada de la semilla. Esta pradera está actualmente bien establecida y ya se ha iniciado un pastoreo cuya intensidad es cuidadosamente observada. El pastoreo experimental comenzará en el año 1973. Hasta la fecha, el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) domina completamente a las otras legumino-

CUADRO 7. Ganancia de peso de novillos pastoreando pasto Pará (*Brachiaria mutica*) fertilizado con nitrógeno sin riego.

Nivel de nitrógeno kg/ha/año	Ganancia por individuo kg/animal/día	Ganancia por hectárea kg/ha/336 días ¹
200	0.393	528
400	0.335	562
600	0.356	718

¹ Diciembre 1971 - Noviembre 1972.



Los animales de los experimentos de pastoreo son reunidos en los corrales y pesados cada mes.

sas, a tal punto que *Centrosema plumieri*, *Desmodium intortum* y *Clitoria ternatea* casi han desaparecido.

Carimagua

El sistema tradicional de producción de ganado en los Llanos Orientales de Colombia se ha basado en la utilización de las praderas naturales como única fuente de alimento. La carencia de información acerca de las características de tales praderas hizo necesario el establecimiento de un experimento para comenzar a conocer la capacidad de producción de las mismas (Foto pág. 33). En ese experimento se están comparando los sistemas de pastoreo continuo y rotativo y cada uno de ellos bajo tres intensidades de pastoreo. En el pastoreo rotativo se emplearon cuatro parcelas, las cuales se pastorearon por 28 días

cada una y recibieron un descanso de 84 días. En el Cuadro 8 se presentan los resultados del primer año de tales pruebas de pastoreo.

El pastoreo rotativo no presentó ninguna ventaja sobre el pastoreo continuo. Es más, la productividad de la pradera medida bajo las tres cargas de pastoreo mencionadas, fue extremadamente baja con un máximo de producción que no alcanzó a los 12 kg de aumento de peso por hectárea y por año.

Se estudió la composición botánica de la sabana natural con el objeto de determinar si el sistema de pastoreo o la carga animal producían cambios sucesivos en la composición botánica. En el Cuadro 9 se presenta la composición promedio de las especies y el rendimiento de materia seca por hectárea. Las especies *Trachypogon vestitus* y *Paspalum*

CUADRO 8. Ganancia de peso de novillos pastoreando la pradera natural de los Llanos Orientales de Colombia.

Tipo de Pastoreo	Período seco, Nov 71-Mar. 72			Período de lluvia, Mar. 72-Nov. 72			Año, Nov. 71-Nov. 72		
	Carga, animales/ha			Carga, animales/ha			Carga, animales/ha		
	0.18	0.31	0.44	0.18	0.31	0.44	0.18	0.31	0.44
Ganancia por animal kg/día									
Continuo	-0.160	-0.191	-0.252	0.209	0.268	0.146	0.083	0.112	0.010
Rotativo	-0.188	-0.267	-0.244	0.138	0.146	0.071	0.034	0.005	-0.036
Ganancia por hectárea kg/período									
Continuo	-3.2	-6.7	-12.4	8.0	18.2	13.8	4.8	11.5	1.5
Rotativo	-3.3	-9.4	-12.0	5.3	9.9	6.8	2.0	0.5	-5.3

pectenatum constituyeron del 60 al 70 por ciento del total de las especies presentes. Otras especies de menor importancia fueron *Leptocoryphium lanatum*, *Andropogon semiberbis*, *Panicum versicolor* y *Axonopus pulcher*. No se observaron cambios importantes en la composición botánica al comparar los años 1971 y 1972. Se observa una tendencia general hacia la reducción en la densidad en las poblaciones de las distintas especies, y en el porcentaje de área de cobertura basal en las especies de mayor importancia. Esta reducción tiende a ser más acentuada a medida que se aumenta la carga animal y con el transcurso del tiempo cuando se utiliza el sistema de pastoreo continuo.

La disponibilidad de forraje disminuyó a medida que la carga animal aumentó. A pesar de que las cifras que representan forraje disponible indican una cantidad suficiente de materia seca utilizable para el consumo de los animales, los aumentos de peso fueron sumamente bajos, lo cual indica un consumo bajo de forraje por los animales. El contenido de proteínas del forraje natural fue de 2 a 4 por ciento durante todo el año.

Para obtener una mayor productividad en las praderas existentes en suelos de latosol pareciera conveniente la introducción de alguna o algunas especies forrajeras más productivas, que sean ca-

CUADRO 9. Composición de especies dominantes y disponibilidad de forraje de la pradera natural de los Llanos Orientales de Colombia¹.

Especies	Pastoreo continuo			Pastoreo rotativo		
	0.18	0.31	0.44	0.18	0.31	0.44
	animales /ha			animales /ha		
<i>Trachypogon vestitus</i> , % del total, materia seca	51	48	48	46	38	35
<i>Paspalum pectenatum</i> , %	16	22	22	26	35	25
Otras gramíneas y yerbas %	33	30	30	28	27	40
Materia seca disponible, kg/ha ¹	4800	4400	4000	5100	4200	4000

¹ Los resultados son el promedio de dos cortes, abril/72 y agosto/72.

CUADRO 10. Ganancia de peso de novillos pastoreando una pradera de pasto Gordura en los Llanos Orientales de Colombia.

Período	Sin fertilizante			Fósforo			Fósforo + Potasio		
	Carga, animales/ha			Carga, animales/ha			Carga, animales/ha		
	0.44	0.68	1.30	0.44	0.88	1.30	0.44	0.88	1.30
	Por animal kg/día								
Sequia	0.156	0.102	0.227	0.016	0.117	0.016	0.024	0.016	0
Lluvia	0.408	0.379	0.075 ¹	0.498	0.421	0.245 ¹	0.399	0.430	-0.043 ¹
Año	0.316	0.239	0.162 ²	0.322	0.291	0.113 ²	0.262	0.239	-0.043 ²
	Por hectárea kg/351 días								
Sequia	8.8	11.4	37.6	0.9	13.1	2.6	1.3	1.8	0
Lluvia	39.8	70.9	9.11	48.6	78.8	29.8 ¹	38.9	80.5	-5.2 ¹
Año	48.6	82.3	46.7 ²	49.5	91.9	32.4 ²	40.2	82.3	-5.2 ²

¹ = 94 días

² = 222 días.

paces de mantener un nivel superior en la producción animal.

El pasto Gordura (*Melinis minutiflora*) se usa en muchas áreas con suelos de latosol en Brasil, Venezuela y en menor proporción, en Colombia, por su capacidad de producción bajo condiciones de baja fertilidad de suelos. Esta planta no es de las más productivas dentro de las especies forrajeras tropicales pero, cuando se utiliza en remplazo de las especies que crecen en las sabanas tropicales, es capaz de aumentar bastante la capacidad de sostenimiento de las praderas con buen crecimiento vegetal y producción de semilla en los suelos ácidos y pobres de los Llanos. Con frecuencia, su introducción constituye un primer paso en el proceso evolutivo orientado hacia una eficiente producción de ganado de carne.

En octubre de 1971 se inició un ensayo para determinar el efecto de la fertilización con fósforo y potasio al momento de la siembra, sobre la capacidad de producción de carne del pasto Gordura. Se aplicaron los siguientes niveles de fertilización: testigo sin fertilización, 75 kg de P₂O₅ por ha y 75 kg de P₂O₅ más 40 kg de K por ha. Cada uno de los tratamientos de fertilización

fue pastoreado bajo tres intensidades de pastoreo. El Cuadro 10 presenta un resumen de los resultados obtenidos hasta noviembre de 1972.

Las praderas fertilizadas estuvieron listas para el pastoreo varios meses antes que las no fertilizadas. Sin embargo, la fertilización no tuvo ningún efecto sobre la capacidad de sostenimiento. Se encontró además que una carga animal de 1.3 cabezas por hectárea es demasiado alta para un pastoreo continuo a través del año. Una carga animal de aproximadamente 0.8 animales por hectárea podría suministrar una cantidad adecuada de forraje y un aumento de peso aproximado por hectárea y por año de 100 kg. Un sistema de pastoreo mucho más práctico sería el de pastorear con una carga más elevada durante las épocas de lluvia y con una carga más baja durante las épocas de sequía.

Se encuentran diferencias muy significativas en cuanto a productividad entre la sabana natural y el pasto Gordura. En tanto que la sabana no produjo más de 12 kg de carne por hectárea por año, los aumentos logrados con el pasto Gordura fueron aproximadamente 7 a 8 veces mayores. Los costos de establecimiento de las praderas con pasto Gor-

dura fueron relativamente bajos ya que las únicas inversiones necesarias son la preparación de la tierra y el valor de la semilla. La relación entre costo y beneficio obtenido es sumamente favorable, siendo los costos de establecimiento de US\$ 23.00 y los ingresos de US\$ 26.00 por año. Una pradera de pasto Gordura se deprecia en no menos de 10 y probablemente 15 años, de acuerdo con la experiencia obtenida en la zona.

La experiencia obtenida en otras zonas bajas tropicales indica que el establecimiento de una leguminosa en una pradera de gramíneas con frecuencia aumenta el porcentaje de proteína del forraje consumido y también mejora la disponibilidad de nitrógeno en el suelo a través de la fijación de nitrógeno lograda por la actividad simbiótica de sus bacterias. La experiencia obtenida indica que la leguminosa **Stylosanthes guyanensis** es una de las que ofrece mejor adaptación a las condiciones de suelo pobre. Entre las gramíneas, los pastos Gordura, **Hyparrhenia rufa**, **Paspalum plicatulum** y **Brachiaria decumbens** son las especies mejor adaptadas a los suelos ácidos e infértiles. Se está estableciendo una prueba de pastoreo para comparar cada una de estas cuatro gramíneas en mezcla con **Stylosanthes guyanensis**. Cada una de las mezclas será sometida a tres intensidades de pastoreo; este experimento comenzará en el segundo semestre de 1973.

Se ha iniciado un programa coordinado para acumular información sobre el valor nutritivo de los forrajes y de otras fuentes de alimento para el ganado de las que se dispone en el trópico. Como parte de ese programa se analizaron 350 muestras de forrajes de Carimagua representando más de 30 especies diferentes obtenidas en distintos estados de madurez a fin de determinar niveles de proteína cruda, calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, manganeso y zinc.

En la mayor parte de las especies nativas los niveles de proteína cruda son

bajos con un rango que varía entre 2 y 9 por ciento y un promedio de aproximadamente 4 a 5 por ciento. La mayoría de las especies mejoradas, de gramíneas, incluyendo el pasto Gordura, tienen un mayor contenido de proteína. El **Paspalum plicatulum** puede llegar a contener hasta el 12 por ciento en los estados iniciales de crecimiento. Los niveles de proteína inferiores a 7-8 por ciento son inadecuados; los mejores rendimientos se obtendrán, en términos generales, cuando se adquieran niveles óptimos de proteína. En contraste con las gramíneas, la mayoría de las leguminosas tropicales contienen del 15 al 18 por ciento de proteína y en algunos casos tanto como el 21 por ciento. Por lo tanto, se considera que un método práctico de corregir los niveles deficientes de proteína en las praderas de los trópicos sería el de aumentar la proporción de plantas leguminosas en la mezcla de cobertura forrajera en tales praderas.

De igual manera, la mayor parte de los pastos tropicales son deficientes en ciertos minerales, particularmente el fósforo. Las especies nativas de gramíneas, así como algunas especies mejoradas, generalmente contienen menos de 0.10 por ciento de fósforo, nivel que es inadecuado para mantener un crecimiento y reproducción satisfactorias. La incidencia elevada de fracturas de los huesos es una evidencia directa de la deficiencia de fósforo. Las leguminosas tropicales contienen niveles superiores de fósforo (0.10-0.20 por ciento) pero se considera que estos niveles son aún deficientes para suplir los requisitos mínimos de los animales. Por esta razón se recomienda que los animales que pastorean en praderas situadas en suelos de baja fertilidad reciban un suplemento fosfatado. Se están haciendo experimentos que respalden la validez de esta recomendación.

El contenido de calcio en las muestras de gramíneas que se han analizado mostró una variación entre el 0.15 y el 0.20 por ciento. Sin embargo, en algunas es-



Una prueba de pastoreo establecida en la pradera natural en Carimagua.

pecies cortadas en estado vegetativo joven se encontraron porcentajes más altos. Aparentemente, las leguminosas tropicales proveen suficiente calcio, ya que contienen 0.30 por ciento o más.

Todas las especies analizadas parecen contener niveles adecuados de sodio, potasio, magnesio, manganeso y zinc. Se están haciendo análisis para determinar el contenido de azufre y de elementos menores.

Estudios de digestibilidad y de consumo

Las especies de pastos tropicales frecuentemente tienen un valor nutritivo más bajo que las especies de zonas templadas. En muchos casos, el bajo valor nutritivo de tales especies parece ser un factor significativo que es limitante en la producción animal, debido a baja digestibilidad, baja ingestión de materia seca y una combinación de estos dos factores. Por lo tanto, el valor nutritivo

se debe tener en cuenta en la selección de forrajes tropicales más productivos.

En 1972 se llevaron a cabo dos ensayos con pasto Pará maduro (*Brachiaria mutica*) suplementado con heno de la leguminosa *Desmodium distortum*. Debido a que en un trabajo recientemente publicado se ha demostrado que la selección entre hojas y tallos que hacen los animales puede conducir a diferencias básicas en los cálculos sobre la ingestión de forrajes no picados, bajos en proteína, a la hora de llevar a cabo estos ensayos se dió especial atención a este aspecto.

En el Experimento 1, utilizando ovejas, se suministraron dos niveles de pasto Pará picado, a razón de 68 y 136 gr de materia seca/kg de peso metabólico, tanto sin y con 16 gr de *Desmodium distortum*. En el Experimento 2 se suministraron tres niveles de heno de Pará, a razón de 65, 99 y 134 gr de ma-

teria seca/kg de peso metabólico, todos los tratamientos con 9 gr de **Desmodium**. Los resultados del Experimento 1 indicaron que el suministro de 16 g de **Desmodium** suplementario produjo un significativo aumento total en ingestión de alimento, aunque la ingestión de heno de Pará disminuyó como resultado del suplemento (Ver Cuadro 11). Se comprobó que el aumento en ingestión total de alimento estuvo relacionado con un incremento del 6 al 9 por ciento en el contenido de proteína cruda de la ración consumida. También se obtuvo un aumento significativo en ingestión de alimento como resultado del incremento en la cantidad de Pará ofrecido. Esto se debe a un aumento en el consumo de hojas, lo cual indica una fuerte preferencia de los animales por esta parte de la planta. Esta preferencia puede demostrarse también por el hecho de que la disminución en ingestión de Pará, como resultado del **Desmodium** suplementario, fue principalmente ocasionada por una disminución en el consumo de tallos. Los resultados del Experimento 2 (Cuadro 12) indican que, a medida que el nivel de alimentación aumentó, el consumo total de heno y de hojas aumentó en tanto que el consumo de tallos decreció. Los resultados combinados de los dos experimentos demostraron claramente que las ovejas, aun

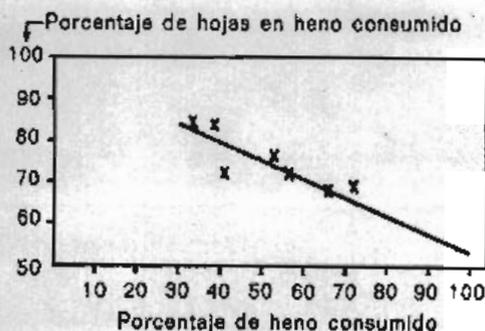


Fig. 4. Efecto del nivel de heno consumido sobre el porcentaje de hojas en el heno consumido.

cuando se les ofrece forraje picado, seleccionan con preferencia las hojas (Fig. 4) y que el nivel medido de ingestión de forraje puede ser afectado por este factor. La conclusión tentativa de estos resultados podría ser que cuando se miden los rendimientos totales del Pará maduro y de otros forrajes, la relación hoja/tallo debe conocerse para determinar el nivel real de forraje consumido. En segundo lugar, parece que la oportunidad que tienen los animales para seleccionar el forraje que consumen es otro factor que debe tenerse en cuenta al diseñar ensayos de nutrición para medir el nivel de ingestión de los forrajes.

CUADRO 11. Efecto del **Desmodium** suplementario y el nivel de alimento sobre la ingestión de Pará, Experimento 1.

Nivel ofrecido de Pará Desmodium suplementario	Bajo sin	Bajo con	Alto sin	Alto con	Significado estadístico de las diferencias	
					Debido al nivel de alimento	Debido al Desmodium
Pará suministrado	68	68	136	136		
Hoja suministrada	36	36	72	72		
Tallo suministrado	32	32	64	64		
Total materia seca consumida	45	55	56	61	0.01	0.025
Desmodium consumido		16		16		
Total pasto consumido	45	39	56	45	0.01	0.01
Hoja consumida	31	28	40	38	0.005	—
Tallo consumido	14	11	16	7		0.05
% pc en materia seca consumida	6.1	9.4	6.1	9.1		

Todos los datos en gramos de MS/kg. peso metabólico

CUADRO 12. Efecto del nivel de alimentación en la ingestión de Pará con un nivel constante de Desmodium, Experimento 2.

	Bajo	Medio	Alto
Heno total suministrado	65	99	134
Hoja suministrada	35	53	72
Tallo suministrado	30	46	62
Total materia seca consumida	56 a	61 b	62 b
Desmodium consumido	9	9	9
Heno total consumido	47 a	52 b	53 b
Hoja consumida	32 a	39 b	45 b
Tallo consumido	15 a	13 ab	8 b

Las diferentes letras indican que las diferencias son significantes a $P = 0.05$.

Los resultados combinados de los dos experimentos indican que tanto en los niveles altos como en los bajos de suministro de heno de Pará, el consumo de **Desmodium** a razón de 9 g/kg de peso metabólico no disminuirá la ingestión de heno de Pará pero que a niveles más altos de suplementación, el **Desmodium** reemplazará parte del Pará.

El CIAT espera disponer en 1973 de cantidades suficientes de material vegetativo de diferentes especies, ecotipos y linajes para hacer determinaciones del valor nutritivo de tales forrajes en la nutrición animal. El valor nutritivo será expresado en términos de ingestión voluntaria, porcentaje de digestibilidad y balance de las fracciones de nitrógeno.

Especies forrajeras cultivadas

Generalmente, la producción de ganado de carne está asociada con operaciones agrícolas y pecuarias de pastoreo extensivo. Sin embargo, en algunos casos, se puede comprobar que la producción ganadera podrá constituir una parte importante de los sistemas agrícolas intensivos, particularmente en los trópicos bajos, calientes, húmedos, los cuales probablemente, tendrán el mayor potencial mundial para la producción de forrajes y por consecuencia, para la producción ganadera.

Algunas plantas forrajeras de alto rendimiento, como el pasto Elefante (**Pennisetum purpureum**, Schum.), la caña de azúcar de tipo forrajero y otras, pueden producir anualmente 40 o más toneladas de materia seca por hectárea lo cual significa un potencial de producción de carne de 3.000 a 4.500 kg/ha. El ganado lechero de alta productividad sería todavía más competitivo puesto que tiene una eficiencia de producción más alta.

Se está llevando a cabo un experimento para determinar: 1) la cantidad de proteína y de energía producida por una hectárea de pasto Elefante por año; 2) cuál sería la cantidad máxima de carne que podría producirse con ese forraje por hectárea de superficie, y 3) cuáles suplementos serían necesarios para obtener una máxima producción.

SANIDAD ANIMAL

El objetivo básico del Programa de Sanidad Animal del CIAT es el de contribuir a la erradicación o al control de las enfermedades que limitan la producción pecuaria y porcina en las tierras bajas tropicales de América Latina. Para alcanzar esta meta, se diseñarán sistemas de medicina preventiva que se adapten a las variables condiciones existentes en tales áreas y que formen parte

de la tecnología total que se está desarrollando para estos dos renglones de la producción agropecuaria.

En relación con los bovinos, tal labor significa, primero, determinar cuáles son las enfermedades existentes en animales bajo condiciones de manejo tradicionalmente deficientes; segundo, identificar los cambios que se registran en el estado de salud de los bovinos cuando se aumenta la población y mantenga una permanente observación sobre tales cambios; y, finalmente, iniciar investigaciones cuando haga falta información sobre la epidemiología de aquellas enfermedades o cuando no se tienen medidas de control o no son definidas adecuadamente. El programa de sanidad animal, en consecuencia, tiene una orientación práctica, de aplicación en el campo, con prioridad en los aspectos epidemiológicos y económicos relacionados con el control de las enfermedades animales.

Dentro del programa total ya se han iniciado investigaciones acerca de las enfermedades que afectan la reproducción así como la relación que pudiera tener la fauna silvestre y la epidemiología de las enfermedades de los bovinos. El grupo de técnicos de la Universidad de Texas A&M continúa su colaboración con el estudio de los hemoparásitos y sus vectores. Todas estas actividades se han realizado en forma conjunta con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Enfermedades que afectan la reproducción

Se iniciaron actividades sobre enfermedades reproductivas cuando se presentó la necesidad de proveer animales libres de estas enfermedades para el proyecto de sistemas de producción de ICA/CIAT en Carimagua. Se examinaron 438 hembras para el diagnóstico de brucelosis y de leptospirosis. La prueba de brucelosis fue positiva en pocos animales; la de leptospirosis negativa en todos los casos. Los 52 toros de la estación experimental se examinaron para detectar vibriosis y tricomoniasis, con

resultados negativos. Los reproductores que se vayan a utilizar en el experimento sobre sistema de producción, se examinarán cinco veces antes de efectuar el apareamiento.

Se examinaron 251 reses en un rancho situado al este de Carimagua en el cual, en los años 1971 y 1972, se habían presentado serios problemas de aborto e infertilidad. Nuevamente no se comprobó vibriosis o tricomoniasis (0/51), leptospirosis (0/251), ni brucelosis. Además de las pruebas mencionadas, se hicieron 80 pruebas serológicas para encontrar anticuerpos contra el aborto epidémico bovino, con resultados negativos. Sin embargo, La vaginitis granular se observó en 90 por ciento de los animales examinados, en ambas localidades.

En estudios realizados en el matadero de Villavicencio se observó un porcentaje similar de vaginitis granular en animales provenientes de tres zonas diferentes de los Llanos. Desde el punto de vista económico, esta condición parece no ser importante. Sin embargo, la epidemiología de la misma se seguirá estudiando en el ganado de experimentación en Carimagua. De un total de 303 examinadas *post mortem* en el matadero de Villavicencio, 158 vacas resultaron negativas al examen de tricomoniasis y vibriosis.

Los estudios en el matadero revelaron otros datos de importancia. El 88 por ciento de los animales sacrificados fueron hembras, de las cuales el 69 por ciento estaban preñadas. En estudios similares llevados a cabo en el matadero distrital de Bogotá* en ganado proveniente de los Llanos Orientales, se observó que la mayoría de los animales sacrificados, eran machos, pero el examen del aparato genital de 284 hembras dió un porcentaje de preñez del 85 por ciento. Aun cuando no se conocen las razones para vender tantas hembras pre-

* Se agradece la colaboración del Dr. Misael Cuan, Inspector Veterinario de este matadero.

ñadas, la infertilidad no parece ser un problema general. Sin embargo, las epidemias de aborto son frecuentes en los Llanos. Esta condición asociada con el síndrome del aborto puede ser la llamada "vaca inflada".

Se hicieron estudios de laboratorio tendientes a determinar si agentes virales se encontraban comprometidos en las epidemias de aborto. Con este propósito se estudiaron 169 especímenes tomados de la mucosa vaginal y del cervix (32 de Carimagua, 137 de Villavicencio), se hicieron dos cultivos celulares y tres aislamientos obteniéndose, aparentemente, el mismo virus. La identificación final se encuentra en progreso. Además, se procesaron 55 muestras provenientes de un total de 13 vacas afectadas "vacas infladas", de las cuales se conservó material de 11 en nitrógeno líquido desde 1970. Se han hecho cultivos en huevos embrionados y en riñón bovino pero no se ha obtenido ningún aislamiento.

Estudios de fauna silvestre

Se atraparon 180 animales en Carimagua, representativos de cinco órdenes de mamíferos y de 16 especies zoológicas, habiendo sido examinados para comprobar la presencia de leptospirosis utilizando dos medios diferentes de cultivo, con resultados negativos. Se han almacenado muestras de sueros provenientes de estos animales para hacer pruebas posteriores, lo mismo que ectoparásitos recogidos en los mismos.

Enfermedades hemoparasitarias

El objetivo principal del proyecto de hemoparásitos llevado a cabo por el grupo de técnicos de la Universidad de Texas A&M es el de desarrollar y mejorar las medidas de control para la babesiosis (*Babesia bigemina*, *Babesia argentina*), la anaplasmosis (*Anaplasma marginale*) y la tripanosomiasis (*Trypanosoma vivax*). Para lograr este objetivo, se requiere la obtención de más datos sobre inmunología, diagnóstico y quimio-

profilaxis y epidemiología de cada una de las enfermedades.

Se continuaron los esfuerzos para estandarizar los métodos de premunición para el control de la anaplasmosis y babesiosis. Se completó un ensayo de campo y se iniciaron dos investigaciones de laboratorio en las cuales se premunizaron grupos de terneros antes de transportarlos a una zona endémica situada en la costa norte de Colombia utilizando cultivos estabilizados virulentos de *B. bigemina*, *B. argentina* y *A. marginale*. Para determinar los beneficios económicos de la preinmunización se determinaron los aumentos de peso, los índices de mortalidad, la titulación de anti-cuerpos por fijación-complementación y otros criterios afines. Se utilizaron grupos similares de terneros a los cuales se controlaron los hemoparásitos por medio de quimioprofilaxis o de quimioterapia y se compararon con un grupo testigo sin ningún control. Al finalizar el experimento la premunición y quimioprofilaxis fueron los métodos más eficaces.

Se continuaron algunos estudios de laboratorio sobre los aspectos inmunológicos pertinentes al mejoramiento de los procedimientos de inmunización bajo condiciones de campo. Algunos ensayos hechos para obtener antígeno de *B. argentina* de garrapatas infectadas, no tuvieron éxito, como tampoco los intentos de lograr cultivos de *B. bigemina* en tejidos celulares de bazo y de ganglio linfático. Pero estas investigaciones continúan.

Se estudió también la variación de los antígenos, comparando cuatro fuentes de una cepa individual de *B. bigemina* y comparando diferentes cepas del mismo organismo aislado en Carimagua (Los Llanos) y en Montería (costa atlántica).

Los estudios sobre *T. vivax* se relacionaron con el diagnóstico inmunológico usando la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (PIAF), los reconocimientos serológicos para identificar las

áreas problema en Colombia y, finalmente, la adaptación de este organismo en roedores. La prueba PIAF fue efectiva cuando se utilizó suero coleccionado por el procedimiento estándar o bien por extracción de sangre seca impregnada en papel secante.

El 80 por ciento del ganado en Carimagua, dedicado al proyecto ICA/CIAT sobre ganado de carne, se encontró susceptible a babesiosis y a anaplasmosis, al hacer las pruebas de fijación complementaria. El ganado había sido comprado en tres lugares diferentes de los Llanos. El alto porcentaje de animales susceptibles señala la necesidad de efectuar más pruebas, con el fin de determinar si las epidemias de enfermedades producidas por garrapatas constituyen un peligro potencial para el desarrollo de la industria ganadera en esta importante región del país.

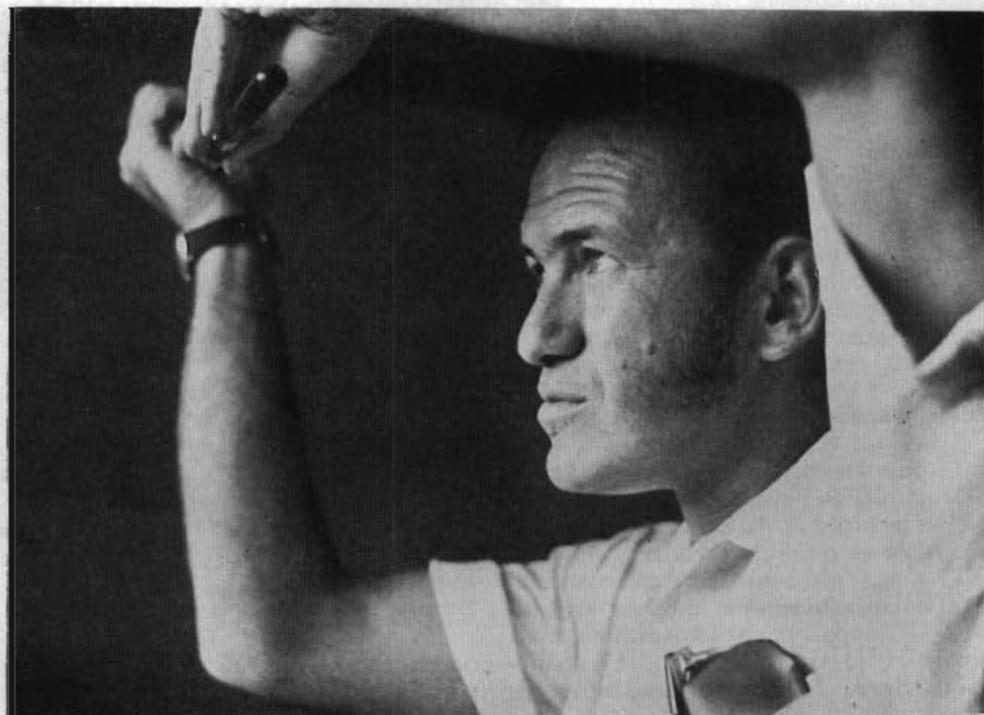
Los planes para 1973 incluyen la iniciación de un ensayo de campo para

comparar la preinmunización y quimioprofilaxis de animales jóvenes nacidos en áreas endémicas, para el control de babesiosis y anaplasmosis.

ECONOMIA

Se pone mayor énfasis en: 1) economía de insumos, prácticas y sistemas de producción, y 2) el análisis del sector de ganado de carne en las tierras tropicales.

En el informe anual del CIAT para el año 1971 se incluyen algunos resultados preliminares de un estudio sobre sistemas de producción de ganado de carne en la costa norte de Colombia. En este informe se presenta un texto más amplio sobre los resultados encontrados. El objetivo primordial del mencionado estudio fue la obtención de información sobre la estructura y el desempeño de la industria de ganado de



Se obtienen muestras de suero sanguíneo para hacer estudios de nutrición mineral en los bovinos.

carne en la región más productora de Colombia. El CIAT espera que se hagan estudios similares en otras regiones bajas tropicales de América Latina. Se tiene la esperanza de que la información lograda será provechosa para establecer prioridades para la investigación pecuaria y para el diseño de políticas sobre producción y mercadeo de ganado de carne en América Latina. Se obtuvieron datos básicos mediante una encuesta llevada a cabo entre 487 productores de ganado de carne en la región de la costa norte de Colombia. Las fincas encuestadas fueron estratificadas de acuerdo al tamaño; 58 por ciento inferiores a 200 ha, 28 por ciento entre 200 y 500 ha y 14 por ciento con un área superior a 500 ha. Se encontró que pocas fincas se dedican a la ceba mientras que el número de fincas dedicadas a la cría fue predominante. En las fincas encuestadas se encontró que el 88 por ciento de su área estaba en pastos, 6 por ciento bajo cultivo y 6 por ciento como tierras no utilizables. La mayoría del ganado encontrado fue Cebú.

El Cuadro 13 resume algunos aspectos económicos encontrados en las fincas encuestadas. Como se puede observar en este cuadro, se encontró que el ingreso neto más el pago de gastos ocasionales por hectárea en pasto está inversamente correlacionado con el tama-

ño de la finca. Gran parte del ingreso proviene de la venta de leche, en particular, en las fincas más pequeñas. Cerca de un tercio del total de los ingresos proviene de la venta de leche en las fincas que tienen menos de 200 hectáreas mientras que solamente 13 por ciento de los ingresos proviene de la venta de leche en las fincas de más de 500 ha.

El Cuadro 14 resume algunos coeficientes obtenidos en las fincas incluidas en la muestra. En tanto que el promedio de la capacidad de carga (animales/ha) no tuvo gran variación entre los diferentes tamaños de finca, se encontró una variación considerable entre las regiones. La capacidad más baja de carga (0.9) fue encontrada en la región de la costa atlántica mientras que la más alta (2.4) fue encontrada entre las fincas grandes de la región del Bajo Sinú. La variación entre fincas individuales fue, desde luego, considerablemente más alta. Es interesante comprobar que la tasa de natalidad decrece a medida que el tamaño de finca aumenta.

Además de los resultados que se discuten en este informe, el estudio analiza un gran número de factores relacionados con ganado y manejo de pastos, crédito, asistencia técnica, etc. El estudio aporta una descripción y un

CUADRO 13. Resumen de algunos aspectos económicos de las fincas encuestadas (Col. \$/6 meses).

	Tamaño de la finca		
	0-200 ha	200-500 ha	Más de 500 ha
Ingreso total por finca de la venta de ganado	46.827	137.822	418.971
Ingreso total por finca de la venta de leche	23.472	57.882	62.340
Ingreso total de ganado y leche	70.299	195.704	481.311
Costo total exceptuando drogas, labor temporal y otros gastos ocasionales	40.661	111.331	292.349
Ganancia neta y pago a gastos ocasionales	29.738	84.373	188.962
Ganancia neta y pago a gastos ocasionales por ha en pasto	315	290	256

CUADRO 14. Coeficientes técnicos seleccionados estimados en base a datos recogidos en las fincas de la muestra.

	Tamaño de la finca			Promedio ponderado
	0-200 ha	200-500 ha	Más de 500 ha	
Capacidad de carga (animales/ha)	1.5	1.3	1.5	1.5
Vacas/ha en pasto	0.6	0.5	0.3	0.5
Litros de leche producidos por ha/día	1.0	0.8	0.3	0.9
Nacimientos anuales (porcentaje)	65	58	39	63
Mortalidad anual (porcentaje)	4.6	4.4	3.4	4.5
Litros de leche producida por vaca/día:				
Epoca de verano	2.6	2.5	2.3	2.5
Epoca de lluvia	3.1	2.7	2.4	3.0

análisis de datos sobre la industria de ganado de carne en la región estudiada que son más completos que los disponibles hasta la fecha y por consiguiente, brinda la oportunidad de respaldar un proceso de toma de decisiones sobre investigación y política, a nivel nacional.

En colaboración con el programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria se ha iniciado un estudio económico más específico, tomando un número más reducido de fincas. Para ello se ha establecido un sistema de registro en el cual los becarios recogen información diaria, en cada finca, sobre varios factores biológicos y económicos. Aunque este tipo de estudio es costoso y también demorado, se espera que proveerá información valiosa y confiable.

SISTEMAS DE PRODUCCION

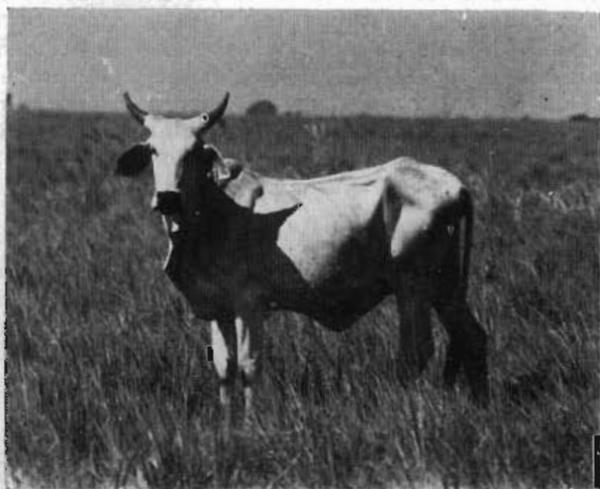
Por lo general, no se puede medir el valor práctico de un componente de tecnología al probarlo independientemente; es necesario hacerlo dentro del contexto de un sistema de producción práctico y funcional el cual incluye varios componentes. Además, el tamaño de la finca, la disponibilidad de capital para gastos fijos y variables y otros

factores influenciarán el planeamiento de fincas y el valor real de las prácticas o de los sistemas de producción.

Sin embargo, los componentes básicos de un sistema de producción de ganado de carne que sea viable y rentable son similares, ya sean para la unidad familiar o para una unidad más grande y más comercial. En el caso de la pequeña unidad familiar, las preocupaciones básicas incluyen una base económica para asegurar los alimentos y vivienda para la familia; también ingresos suficientes provenientes de la venta de ganado de carne y de otros productos pecuarios y agrícolas para cubrir los gastos de educación, mantenimiento de la familia, operación de la finca con un excedente de efectivo y/o un aumento en el inventario de la finca para facilitar la expansión de la empresa. Las mismas consideraciones básicas son aplicables a las unidades más grandes, es decir, asegurando una base de subsistencia y de apoyo para el personal de la finca y un flujo de ingresos para los gastos de operación y de expansión.

Toda la investigación en ganado de carne en el CIAT está dirigida hacia el desarrollo de sistemas y prácticas de producción que sean aplicables extensa-

Novilla de un hato experimental que ganó 80 gramos diarios de peso en un período de 122 días en el que recibió suplemento mineral, en pradera natural. En la misma pradera, sin minerales, una novilla semejante, en la estación seca, ganó aproximadamente la mitad de ese peso por día.



Novillas de un hato experimental que ganaron 350 gramos diarios de peso en un período de 112 días en una pradera de pasto Gordura con minerales. Este peso diario es ocho veces mayor que el obtenido por animales semejantes en pradera natural, sin minerales, en la época seca.

Novillas de un hato experimental en pradera natural, sin minerales, ganaron solamente 45 gramos diarios en un período de cuatro meses.



mente a través de los trópicos bajos en fincas ganaderas de diferentes tipos y tamaños. Se está llevando a cabo actualmente en la estación experimental del ICA en Carimagua en los Llanos Orientales de Colombia, un programa amplio de investigación relacionado con sistemas de producción de ganado de carne.

Unidades agropecuarias familiares

Producción de alimentos

Se han probado numerosas variedades de frijol, caupí, yuca, arroz y maíz para determinar su tolerancia a la acidez del suelo. En tales pruebas se han obtenido resultados halagadores, los cuales aparecen incluidos en sus capítulos respectivos en el presente informe. Otros cultivos incluidos en las pruebas de fertilidad y de resistencia a la acidez son maní, sorgo y topocho (plátano). Generalmente, el maní se adapta bien a los suelos ácidos y rinde aceptablemente con aplicaciones moderadas de cal y abonos. Actualmente, se está realizando en Carimagua la primera prueba de un número limitado de variedades para su tolerancia a la acidez del suelo. Los ensayos de maní fueron sembrados para ser cosechados en la época seca debido a que la pudrición de la vaina ha sido un problema grave cuando se hace la cosecha en la estación lluviosa. El maní es de interés para consumo directo, para la venta y como una fuente de harina de alto contenido de proteína; es un producto secundario en el proceso de extracción de aceites comestibles. La proteína es necesaria para complementar fuentes de energía como son la yuca y los cereales en las dietas de porcinos y aves.

Molino de viento y bebederos

El modelo denominado "molino Carimagua" fue mejorado en el curso del año; existen varias unidades en uso en la estación de Carimagua las cuales suministran agua para abastecer 2.600 hectáreas dedicadas a los ensayos de pastoreo y sistemas de producción. La

modificación principal fue la adición de otro cilindro bombeador en el pozo y un cigüeñal de acción doble con el cual se procura balancear la carga en el rotor durante el ciclo de cada rotación (Diagramas 1 y 2). Con el cigüeñal sencillo y el cilindro utilizado en el diseño original, el rotor trabajaba solamente durante la mitad de cada ciclo. Al producirse este grave desequilibrio durante cada ciclo, se generó una fuerte vibración a velocidades altas del rotor. Con las introducciones hechas al nuevo diseño el molino funciona suave y eficientemente a velocidades de más de 200 rpm.

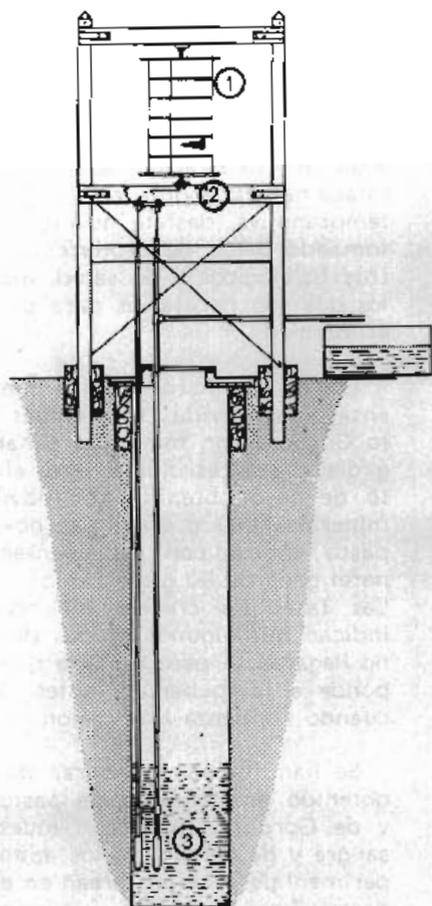
El rotor y el mecanismo de transmisión de fuerza se están fabricando localmente a un costo de US\$ 95.00 por unidad. Los cilindros y las varillas que accionan el cigüeñal son piezas tradicionales para molinos que se consiguen fácilmente en el comercio. Los molinos de Carimagua utilizan dos cilindros de 3 pulgadas, puestos a una profundidad de 9 a 10 metros, con una carrera de pistón variable entre 2 y 8 cm, según la velocidad del viento y la profundidad del nivel freático.

Los bebederos o tanques para almacenar agua para abreviar ganado, hechos con palma repellada y descritos en el Informe Anual del año 1971, se están utilizando con éxito en los ensayos de pastoreo y de sistemas de producción. Los bebederos tienen 4 metros de diámetro por 0.60 metros de profundidad; su construcción fue contratada a un costo de US\$ 90.00 por unidad incluyendo mano de obra y materiales.

Sistemas de producción obtenidos con hatos experimentales

Con el propósito de aplicar la tecnología actual y al mismo tiempo probar nuevas prácticas, se establecieron nueve hatos experimentales de ganado Ce-bú en la estación ICA-Carimagua. A través de estos hatos será posible comparar sistemas de producción de diferente intensidad.

DIAGRAMA 1. Molino "Carimagua" montado en una torre de dos palos sobre un pozo excavado a mano. La mayoría de los molinos en Carimagua están montados sobre torres en forma de trípede hechas de palos de "corazón" (resistentes al ataque de comejenes y a la pudrición). 1) Rotor "Savonius" hecho de dos canecas de 55 galones, cortadas verticalmente. 2) Mecanismo de transmisión de fuerza, ver detalle en el Diagrama 2. 3) Cilindros de molino de viento "standard" de pistón y doble cheque montado bajo el nivel del agua en tubería galvanizada.



Los planos de este molino fueron dibujados por el señor Luis Santos, Carimagua.

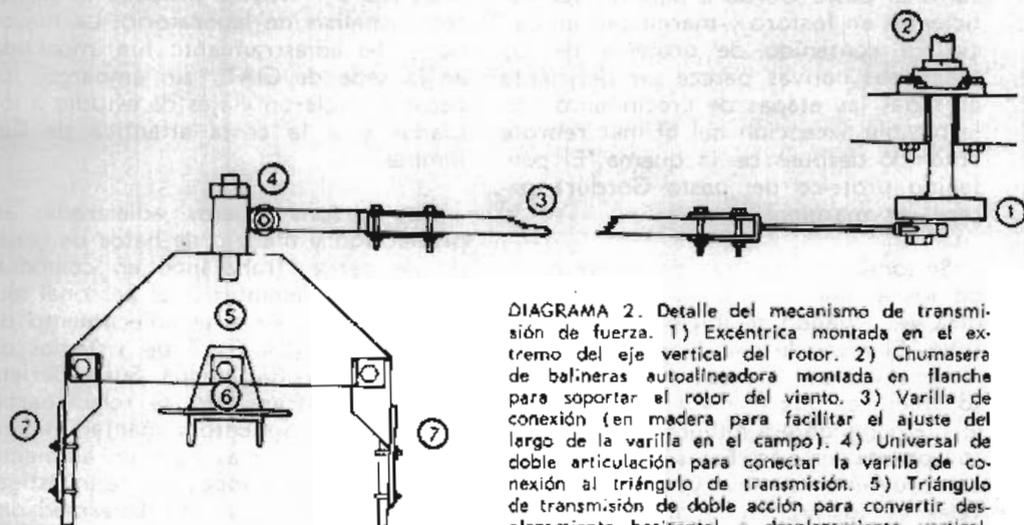


DIAGRAMA 2. Detalle del mecanismo de transmisión de fuerza. 1) Excéntrica montada en el extremo del eje vertical del rotor. 2) Chumacera de balineras autoalineadora montada en flanca para soportar el rotor del viento. 3) Varilla de conexión (en madera para facilitar el ajuste del largo de la varilla en el campo). 4) Universal de doble articulación para conectar la varilla de conexión al triángulo de transmisión. 5) Triángulo de transmisión de doble acción para convertir desplazamiento horizontal a desplazamiento vertical. 6) Soporte (punto pivotante) para el triángulo. 7) Terminales para las varillas que van al pozo.

Las variables bajo estudio incluyen pasto Gordura vs. pasto nativo; suplementación completa de minerales vs. sal sola; cruces con ganado San Martiñero vs. retrocruces continuos con Cebú; suplementación de proteínas antes y durante la estación de monta; monta estacional vs. monta continua; destete temprano vs. destete normal. Se están tomando datos de producción parámetros fisiológicos y de salud, incluyendo los que son necesarios para un análisis económico.

En los primeros cuatro meses del ensayo las novillas mantenidas en pasto Gordura con minerales ganaron 350 g/día, o sea casi nueve veces el aumento de peso obtenido por novillas sin minerales (40 g/día). Las novillas en pasto natural con suplementación mineral ganaron 80 g/día (Fotos pág. 41). Las tasas de crecimiento observadas indican que algunos grupos de novillas no llegarán al peso mínimo que corresponde a la pubertad antes de mayo cuando comienza la estación de monta.

Se han tomado muestras de forraje obtenido en praderas de pasto nativo y de Gordura, junto con muestras de sangre y de tejidos de los animales experimentales que pastorean en esas praderas. Las gramíneas naturales tanto como el pasto Gordura parecen ser deficientes en fósforo y marginales en calcio. El contenido de proteína de las gramíneas nativas parece ser deficiente en todas las etapas de crecimiento con la posible excepción del primer rebrote obtenido después de la quema. El contenido proteico del pasto Gordura parece ser marginal.

Se tomaron muestras de sangre cuando los animales llegaron en febrero y otra vez, cuando se inició el ensayo en julio. El nivel de calcio en el suero (8 miligramos por ciento) parece ser bajo, mientras que el nivel de fósforo en el suero (> de 4.5 miligramos por ciento) parece ser alto. Estas observaciones son muy interesantes puesto que los niveles de fósforo en la dieta son noto-

riamente deficientes. No se suministró ningún suplemento fosfórico durante este periodo. Es de anotar que en análisis hechos en la cuenca Amazónica de Brasil, se encontraron datos similares.

Los niveles de sodio, potasio y magnesio en la sangre parecen adecuados. Se están haciendo análisis para determinar el contenido de elementos menores en la sangre. Después de que los animales hayan estado en tratamiento por nueve meses, se les tomará muestras de sangre para determinar el contenido mineral.

Las novillas experimentales están libres de brucelosis y de leptospirosis y los toros están libres de vibriosis y de tricomoniasis. Todos los animales incluidos en los ensayos serán sometidos a pruebas periódicas para comprobar su estado de sanidad con respecto a estas enfermedades.

ADIESTRAMIENTO

Diez personas terminaron sus periodos de adiestramiento en el programa de ganado de carne. Entre ellas, cinco internos posgraduados recibieron instrucción y experiencia práctica en multiplicación de semillas, establecimiento y manejo de praderas, evaluación de praderas a través de pruebas de pastoreo y análisis de laboratorio. La mayor parte del adiestramiento fue impartido en la sede de CIAT; sin embargo, los becarios hicieron viajes de estudio a los Llanos y a la costa atlántica de Colombia.

Dos personas fueron adiestradas en producción y manejo de hatos de ganado de carne, trabajando en colaboración con los miembros del personal técnico del CIAT en el establecimiento de un proyecto ICA/CIAT de sistemas de producción en Carimagua. Sus experiencias de adiestramiento se relacionaron con el establecimiento y mantenimiento de un hato de vacas bajo un ambiente controlado para propósitos de investigación, reconocimiento de enfermedades

que afectan la reproducción, exámenes de preñez, diseño de programas para el cumplimiento rutinario de labores encaminadas a mantener la sanidad del hato y la prevención de enfermedades, establecimiento de praderas, pozos, bebederos y facilidades para el manejo de animales.

Un interno posgraduado que trabajó en nutrición de ganado de carne recibió adiestramiento en técnicas de laboratorio para el análisis de elementos nutritivos de origen vegetal y animal.

Dos internos posgraduados terminaron su adiestramiento en las áreas de suelos y microbiología, en lo relacionado con la disponibilidad de nutrientes e inoculación de plantas leguminosas forrajeras con **Rhizobia**.

Un candidato para el grado de maestría terminó su tesis bajo la supervisión de los técnicos del programa de sanidad animal, hizo su investigación sobre diferentes vías de transmisión del virus que produce la enfermedad conocida como Estomatitis Vesicular en los bovinos. Este técnico está actualmente trabajando en el Departamento de Virología en la Universidad del Valle, en Cali. Otro candidato para la maestría terminará su proyecto de investigación para hacer una tesis sobre la utilización de praderas y forrajes.

Un candidato al doctorado trabaja actualmente en un proyecto de investigación sobre mejoramiento genético de gramíneas forrajeras; terminará su programa de estudios graduados el próximo año en la Universidad de Cornell.

Dos estudiantes para la maestría y un candidato para el doctorado ingresados en la Universidad de Texas A&M han terminado sus respectivas investigaciones en medicina veterinaria tropical en relación con enfermedades producidas por hemoparásitos en bovinos. Han regresado a la Universidad de Texas A&M para completar los requisitos académicos para obtener sus grados.

Se ha extendido el programa de otro estudiante que obtuvo su maestría, hacia trabajo de tesis para su doctorado.

Un estudiante procedente de Wageningen, Holanda, terminó su período de adiestramiento práctico con el CIAT y dirigió un proyecto especial de investigación relacionado con la composición química de los forrajes nativos en diferentes períodos de crecimiento.

Las actividades del programa de adiestramiento para especialistas en producción pecuaria, las cuales se concentran pero no se limitan solamente a ganado de carne, están descritas en la sección sobre Adiestramiento y Comunicación en este informe.

PROYECCION EXTERNA

Se han hecho visitas a varios países latinoamericanos con el propósito de localizar posibles becarios, establecer contactos con técnicos e instituciones nacionales, y colaborar en programas de investigación y de adiestramiento.

El CIAT ha logrado establecer un sólido vínculo en el proyecto colaborativo de introducción y evaluación de plantas forrajeras incluyendo programas de mejoramiento de forrajes y praderas en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA y CIAT. El CIAT mantiene un banco de germoplasma que incluye muchos materiales promisorios y ha asumido la función coordinadora en la evaluación y distribución de tales materiales.

El personal científico del CIAT brinda asistencia técnica al Programa de Ganado de Carne del INIAP en Ecuador, el programa de leguminosas forrajeras de las Indias Occidentales en el área del Caribe, así como a otras entidades, cuando tal asistencia se solicita.

Se han presentado trabajos científicos en las reuniones de la American Society of Agronomy, la American So-

ciety of Animal Science, la Asociación Latinoamericana de Ciencia del Suelo, la Sociedad Venezolana para el Avance de la Ciencia, la Sociedad Latinoamericana de Rhizobiología, así como en el Feed Processing Symposium celebrado en la Universidad de Florida. Un miembro del grupo de técnicos del CIAT que trabaja en el programa de ganado de carne participó en un seminario sobre suelos tropicales.

Algunos miembros de dicho grupo presentaron charlas en unos cursos cortos organizados por la Sociedad Perua-

na de Praderas y Forrajes y en una reunión regional del Programa de Praderas y Forrajes en la zona andina.

El CIAT distribuye mensualmente una lista de artículos científicos sobre microbiología del suelo a los técnicos latinoamericanos que se dedican a esta especialidad. El CIAT tiene disponibles cultivos de inoculantes para la mayoría de las especies leguminosas forrajeras, los cuales han sido enviados a varios centros experimentales y de enseñanza en algunos países latinoamericanos y asiáticos.

Sistemas de Producción de Yuca



En el año de 1972 el Programa de Yuca inició la consolidación de sus objetivos y el fortalecimiento de sus actividades. En este año se logró también una rápida multiplicación del material de siembra con el fin de poder ensanchar las investigaciones.

La bacteriosis de la yuca se pudo erradicar del banco de germoplasma mediante el uso de una forma de propagación por retoños o cogollos. Esta técnica de reproducción vegetativa podrá ser usada para producción de semilla básica con el fin de obtener semilla certificada libre de bacteriosis.

Se ha encontrado una nueva enfermedad que produce alargamiento exagerado de las plantas. Al respecto se están adelantando investigaciones para conocer la etiología del agente causal y la epidemiología y control de la enfermedad. La presencia de dicha enfermedad se ha detectado en la mayoría de las áreas de Colombia donde la yuca se cultiva en forma extensiva. Hasta el momento no existe información sobre la presencia de esta enfermedad fuera de Colombia.

Observaciones preliminares indican que en condiciones de sequía los thrips pueden constituir una plaga bastante grave; sin embargo, hay algunas líneas con marcada resistencia a estos insectos.

En condiciones experimentales en los terrenos del CIAT se han obtenido rendimientos de 30 toneladas por hectárea en menos de un año. La búsqueda de variedades de rendimiento superior se ha seguido intensificando.

La densidad óptima en plantas por hectárea y los niveles de fertilizante

también están bajo estudio. En los suelos del CIAT, las poblaciones mejores parecen estar entre las dos mil y diez mil plantas por hectárea. Si la población sobrepasa las diez mil plantas, el rendimiento empieza a declinar rápidamente. No se ha obtenido respuesta a aplicaciones de N, P o K en suelos relativamente fértiles, pero es muy probable que en suelos pobres se obtengan respuestas a la aplicación de fertilizantes.

Se están adelantando estudios para evaluar las pérdidas ocasionadas por malezas y la manera de prevenirlas. Un gran número de matamalezas se está ensayando a pequeña escala. Algunos de ellos parecen bastante promisorios.

El desarrollo de técnicas sencillas para ser efectuadas a nivel de agricultor y relacionadas con el almacenamiento de raíces ofrece muy buenas perspectivas. Para este propósito se están usando montículos de raíces cubiertos con paja como aislante y luego tierra. Las características que presenta el proceso de secamiento de la yuca están muy adelantadas. En el futuro se podrán diseñar secadoras bastante sencillas usando los rayos del sol.

Un estudio hecho sobre la producción mundial de yuca indica que ésta ha aumentado a una tasa igual a la de la población. Sin embargo, la productividad por hectárea no ha aumentado. Se están estudiando otras alternativas en el mercado mundial de tal manera que se pueda utilizar un exceso de producción en caso de que ocurra.

La colección de literatura mundial sobre yuca sigue progresando al igual que la bibliografía sobre este cultivo.

No se ha adiestrado mucha gente en este programa puesto que no se tenían

suficientes conocimientos para transmitir, pero actualmente y a medida que más conocimientos son adquiridos, el programa está en capacidad de entrenar agrónomos de otros países para difundir todos los hallazgos tan necesarios para el incremento de la producción de este cultivo tan importante y por tanto tiempo marginado.

FISIOLOGIA VEGETAL

Ciclo del crecimiento de la planta

En la granja del ICA, Palmira, se sembró la variedad amarga CMC 84, espaciada 1 x 1 m y con estacas de 25 cm de largo, sembradas en forma inclinada. Los faltantes, por deficiencia en germinación, se remplazaron un mes después de la siembra original. Las resiembras se cosecharon separadamente con el fin de evitar errores por diferencias de siembra. La plantación se fertilizó mediante la aplicación de 100 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O.

A los tres meses de la siembra el rendimiento en peso fresco de raíces fue de sólo 3 ton/ha pero luego aumentó rápidamente a 26 ton/ha a los 8.2 meses (Fig. 1). Durante este mismo período

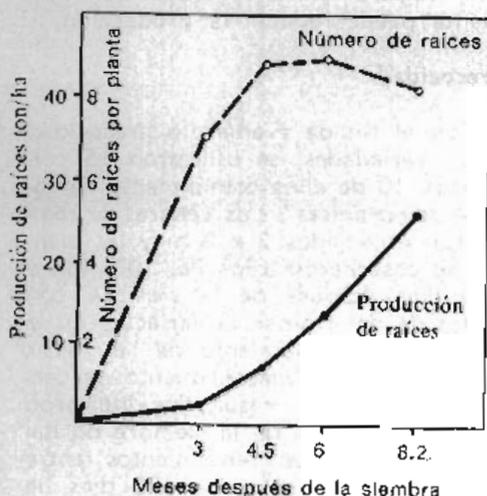


Fig. 1. Peso de raíces cosechadas y número total de raíces producidas en la variedad CMC 84, después de la siembra (meses).

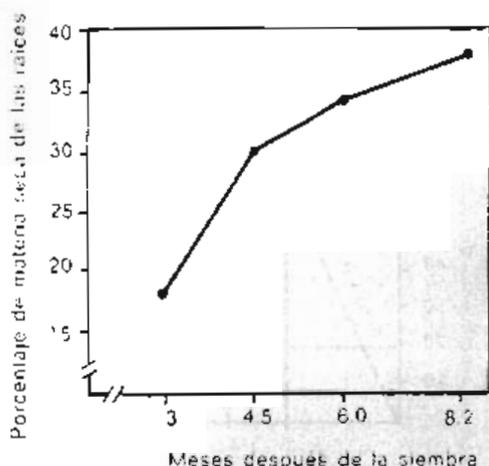


Fig. 2. Contenido de materia seca en las raíces de la variedad CMC 84.

do el porcentaje de materia seca en las raíces aumentó de 18 a 38 por ciento (Fig. 2). Como consecuencia, el rendimiento de materia seca en las raíces se incrementó desde menos de 0.5 ton/ha a 10 ton/ha (Fig. 3). Esto equivale a una producción anual de más de 14 ton/ha de materia seca en las raíces.

El aumento en rendimiento no se debió a un incremento en el número de raíces gruesas sino a un aumento del tamaño de las raíces formadas (Fig. 1).

La tasa de engrosamiento de las raíces durante los primeros tres me-

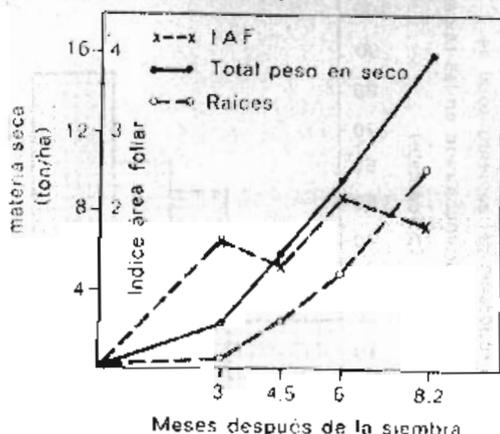


Fig. 3. Producción total de materia seca por planta y raíces e Índice de Área Foliar (IAF) en la variedad CMC 84.

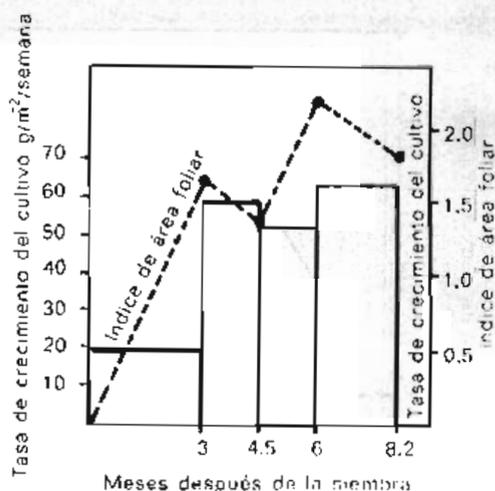


Fig. 4. Crecimiento e índice de área foliar en la variedad CMC 84.

ses fue extremadamente pequeña ($19 \text{ g.m}^{-2}/\text{sem}^{-1}$), posiblemente por la escasa área foliar (Fig. 4). Más tarde, dicha tasa se estabilizó en cerca de $60 \text{ g.m}^{-2}/\text{sem}^{-1}$, la cual es muy pequeña si se compara con tasas de crecimiento alcanzadas por muchos otros cultivos. Esta cifra tan baja puede deberse a dos razones: 1) al bajo índice de área foliar (1.4 - 2.2) durante ese período y 2) al hecho de que no se evaluó la pérdida de materia seca debida a la caída de las ho-

jas, la cual puede haber sido considerable.

La Fig. 5 muestra la proporción de materia seca total que se acumuló en las raíces durante el período de cosecha. Se puede observar que durante los dos meses finales la planta depositó en las raíces el 86 por ciento de su materia seca producida, mostrando una distribución de materia seca muy eficiente.

La Fig. 6 muestra el contenido de nitrógeno en diversas partes de la planta. El contenido de nitrógeno en las hojas disminuyó del 4.7 por ciento a los 3 meses hasta 3.5 por ciento a los seis meses, habiéndose estabilizado a esta última edad. El porcentaje de nitrógeno en las raíces decreció en forma constante del 0.95 al 0.40 por ciento, a los ocho meses. En los tallos (sin hojas ni pecíolos) este porcentaje permaneció casi constante (1 por ciento después de 4 meses y medio).

Efectos del trasplante

Las plantas trasplantadas tenían menos raíces gruesas y rindieron menos que las plantas no trasplantadas, lo cual sugiere que el método del trasplante puede reducir la producción.

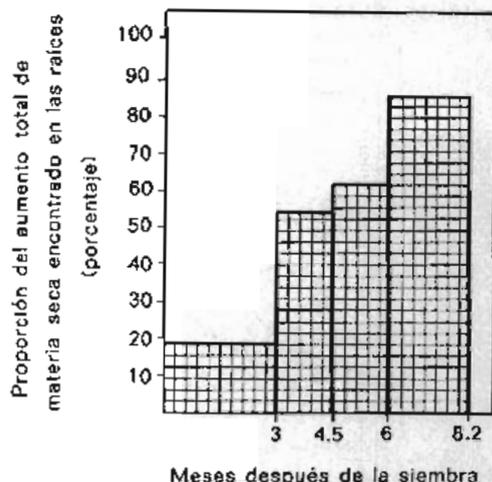
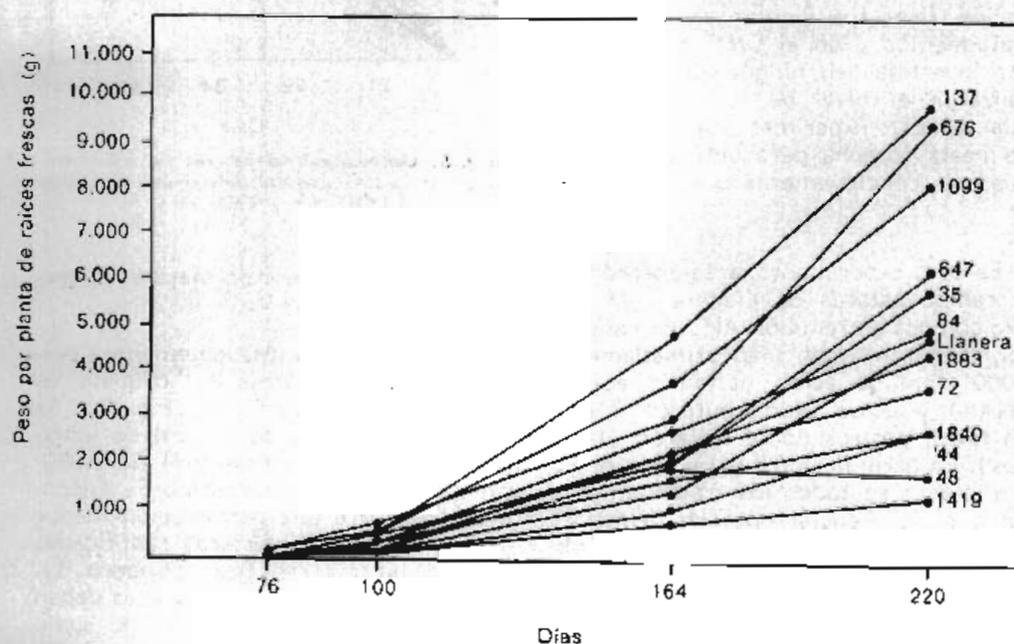
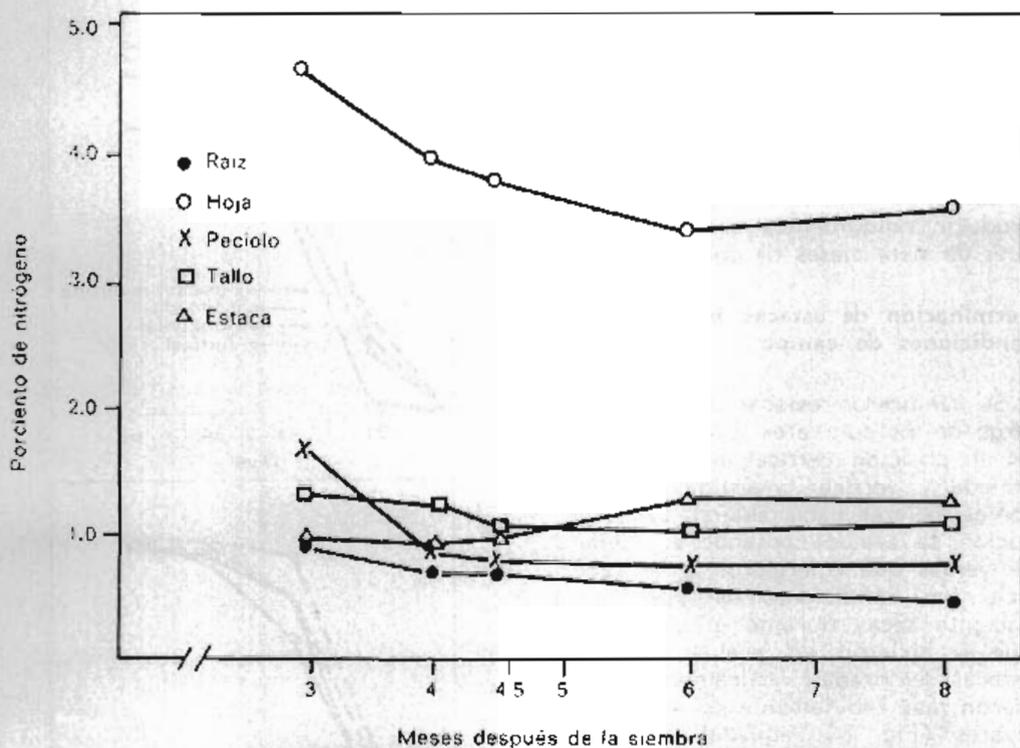


Fig. 5. Distribución de materia seca en la variedad CMC 84.

Precocidad

Con el fin de evaluar la precocidad entre variedades, se utilizaron 15 cultivares, 10 de ellos comúnmente llamados "tempranitas". Los cangres se sembraron espaciados $2 \times 2 \text{ m}$ y las plantas se cosecharon a los 76, 100, 164 y 220 días después de la siembra, con el fin de determinar la variación en la época del engrosamiento de las raíces (comienzo del almacenamiento de carbohidratos). Los resultados indicaron que a los 76 días de la siembra no había diferencias en rendimientos entre los cultivares pero a los 100 días, la mayoría de los cultivares había comenzado a aumentar su producción (Fig. 7). Ninguna de las variedades mostró



retraso en el comienzo del engrosamiento de raíces.

Estos resultados sugieren que la diferencia es muy pequeña o casi ninguna en cuanto a la época en que comienza el engrosamiento de las raíces; sin embargo, algunos cultivares parecen producir rendimientos aceptables después de siete meses de crecimiento.

Germinación de estacas bajo condiciones de campo

Se sembraron estacas de 15 cm de largo de los cultivares CMC 71 y CMC 64 en posición vertical, horizontal, inclinada y vertical invertida (con las yemas axilares hacia abajo). La germinación se evaluó contando el número de yemas que emergieron a la superficie. Las condiciones del suelo eran bastante secas durante el período en que se hicieron las evaluaciones. Las estacas sembradas verticalmente emergieron más rápidamente en ambos cultivares (Fig. 8); aquellas sembradas en forma invertida fueron las más lentas. Para el cultivar CMC 71, la germinación final fue similar en todos los tratamientos y en el CMC 64 las estacas invertidas en ningún momento alcanzaron el nivel de los otros tratamientos. Este experimento se está llevando hasta cosecha para obtener resultados más concluyentes sobre rendimiento.

En otro experimento se sembraron en el campo estacas de Llanera y M Col 375 con dos entrenudos. Algunos cangres se trataron con aproximadamente 4000 ppm de ácido naftaleno acético (NAA) y ácido indol butírico (IBA) en talco, y otros no se trataron (testigos). La germinación fue de más de 90 por ciento en todos los tratamientos y no hubo diferencias notables debidas a efectos hormonales. Los resultados obtenidos sugieren que es posible sembrar en el campo estacas de dos nudos cuando hay escasez de material de reproducción. El tratamiento de los cangres

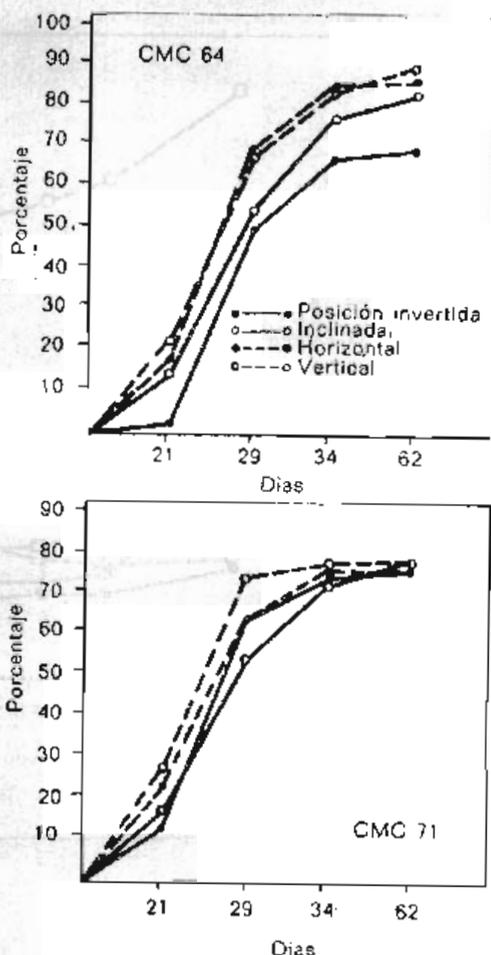


Fig. 8. Germinación de cangres de yuca sembrados en cuatro sistemas diferentes. Se usaron los cultivares CMC 64 y CMC 71.

con hormonas parece no mejorar la germinación.

Los agricultores frecuentemente siembran estacas en forma de horqueta, es decir, con ramificaciones (Fig. 9). Se sembraron estacas de 25 cm de longitud de CMC 84, Llanera y M Col 1080, sin ramificar y ramificadas. Se encontró que ocurre una germinación menor y más lenta en las estacas ramificadas que en las sin ramificar (Cuadro 1). Esto sugiere que en lo posible se deben usar estacas sin ramificar, como semilla vegetativa.



Respuesta de seis variedades de yuca a diferentes poblaciones de plantas.



Diferencias de ángulo foliar en distintas variedades de yuca.

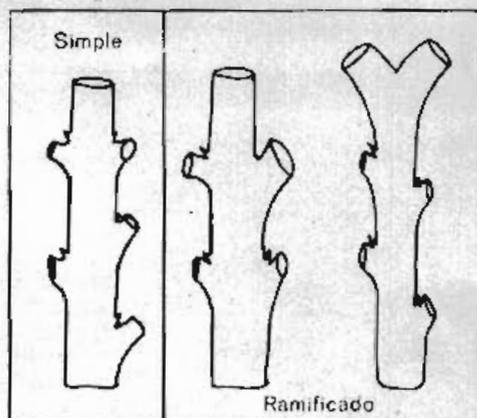


Fig. 9. Cangre simple y cangres ramificados de yuca.

Angulo foliar y resistencia estomatal

El ángulo de las hojas es importante al considerar la capacidad de interceptación de luz por un follaje. En un día despejado (radiación total 462 gcal/cm²) se tomaron en dos cultivares las medidas de los ángulos formados con la horizontal, a una hoja superior (la hoja superior que mostraba mayor expansión), y a una hoja inferior. La hoja inferior de ambos cultivares permaneció horizontal durante el día (Fig. 10); la hoja superior expandida del cultivar M Ecu/44 también permaneció casi horizontal durante el día; sin embargo, el

CUADRO 1. Germinación de cangres ramificados y no ramificados.

Variedad	Días después de la siembra		Cangres no ramificados	Cangres ramificados
	16	21		
M Col. 1080	16	21	71	38
	21	25	97	86
	25		100	87
CMC 84	16	21	80	62
	21	25	97	92
	25		99	97
Llanera	16	21	47	16
	21	25	73	51
	25		83	61
Promedio	16	21	66	39
	21	25	89	76
	25		94	87

ángulo foliar del cultivar M Col 114 aumentó desde alrededor de 10° a las 9:00 AM hasta un máximo de 45-50° al mediodía, para declinar hasta 10° al caer la tarde. En ambos cultivares las hojas cambiaron sus ángulos foliares en forma similar, alcanzando un máximo de 60 y 70° en M Col 114 y M Ecu 44, respectivamente.

Al mismo tiempo, se midió la resistencia estomatal usando un medidor de resistencia a la difusión. Las lecturas fueron algo variables: en el cultivar M Ecu 44 la resistencia foliar decreció hasta las 10-11 AM y luego se incrementó, siendo la resistencia media de la hoja inferior mucho mayor (7.0 cm seg⁻¹) que la hoja en expansión (4.6 cm seg⁻¹) y que la hoja superior expandida (4.4 cm seg⁻¹). En M Col 114 la resistencia estomatal de la hoja en expansión y de la superior expandida permaneció casi constante durante todo el día (medias de 4.5 y 4.1 cm seg⁻¹, respectivamente), mientras que la resistencia de la hoja inferior aumentó desde alrededor de 6 hasta cerca de 14 cm seg⁻¹ durante el día (valor promedio = 10.7 cm seg⁻¹).

Aparentemente, no hubo relación entre el ángulo foliar y la resistencia estomatal, lo cual sugiere que los cambios en los ángulos de las hojas no son debidos a efectos ambientales. Esto puede tener importancia en la selección de variedades con alta producción de materia seca, ya que parece posible el seleccionar variedades que tengan hojas inclinadas al mediodía, lo que permite una interceptación uniforme de la luz, sin que se presenten efectos adversos en la apertura estomatal y en consecuencia, en la producción de materia seca.

Efecto de la siembra hecha a diferentes espaciamientos

Con un diseño sistemático en forma de abanico se sembraron estacas de los cultivares CMC 84, CMC 39 y Llanera, con poblaciones que variaron entre

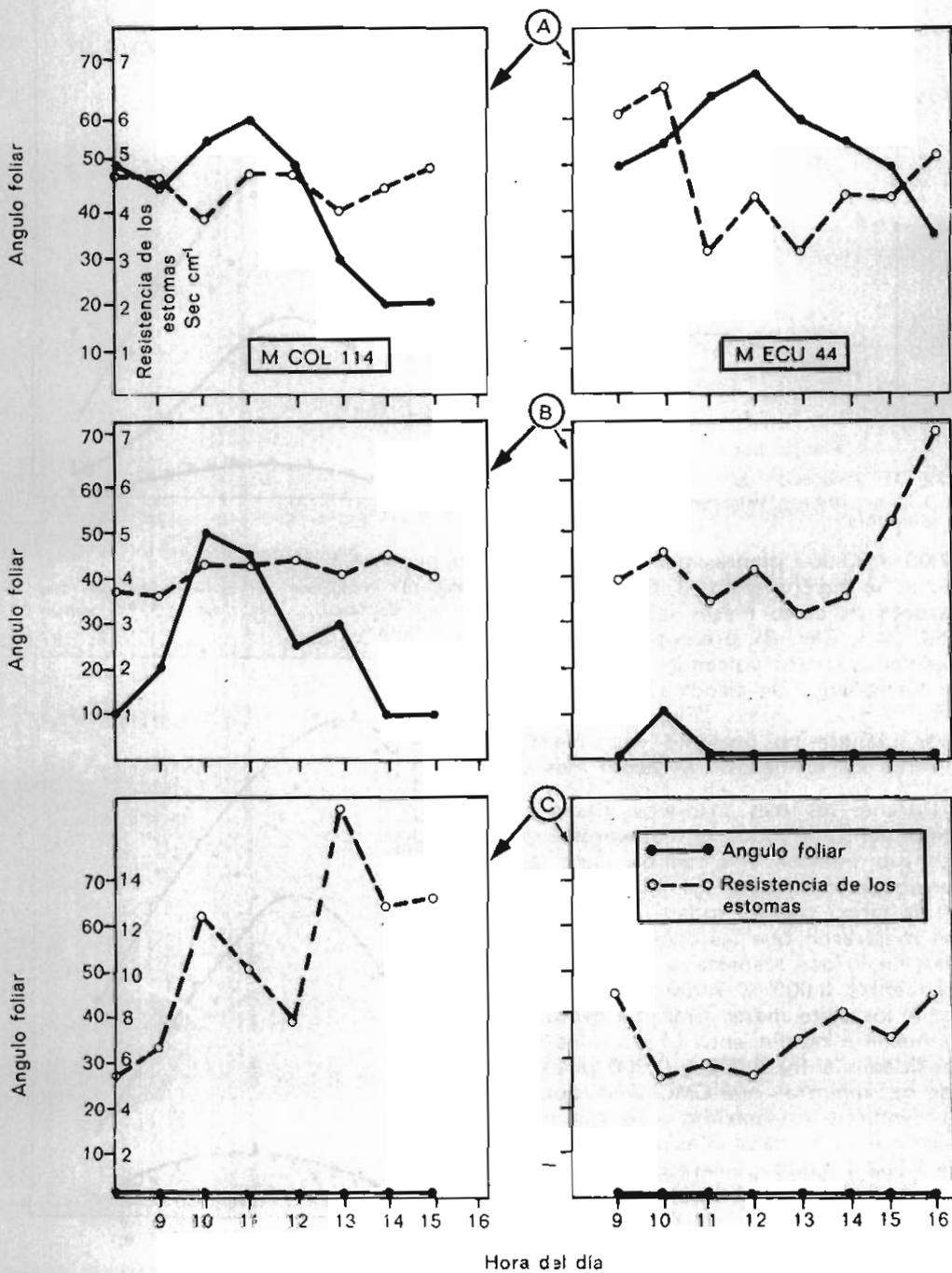


Fig. 10. Diferencia de ángulos foliares en dos cultivares de yuca.

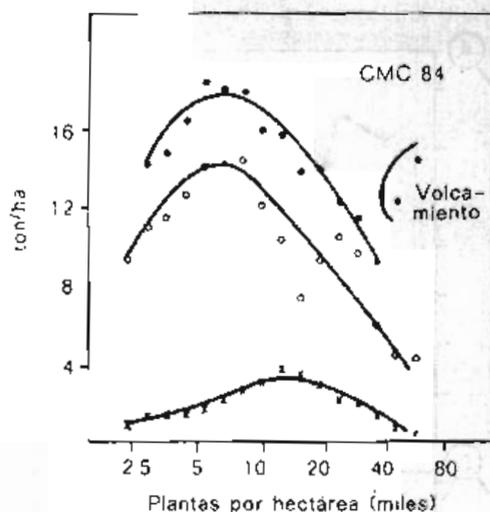


Fig. 11. Producción del cultivar CMC 84, tres (x-x), cinco (o-o) y siete meses (●-●) después de la siembra.

2.000 a 80.000 plantas por ha. Las cosechas se hicieron a los 3, 5 y 7 meses. Después de cinco meses las variedades CMC 84 y CMC 39 presentaron progresivamente severo volcamiento en todas las densidades de siembra después de los 7 y medio meses (Fig. 11). El cultivar Llanera no presentó volcamiento durante los primeros 7 y medio meses.

Durante los tres primeros meses el rendimiento de todos los cultivares usados fue inferior a 4 ton/ha para las densidades óptimas (Figs. 11, 12 y 13). A los cinco meses, todas las variedades mostraron que las densidades óptimas, en lo que respecta a rendimiento, eran entre 5.000 y 9.000 plantas por ha. A los siete meses CMC 84 produjo su máximo rendimiento (18 ton/ha) a densidades entre 5.000 y 9.000 plantas por ha, mientras que CMC 39 produjo su rendimiento máximo (18 ton/ha) cuando el rango de plantas por ha era entre 2.000 y 5.000. Llanera produjo a los siete meses un rendimiento máximo de cerca de 24 ton/ha a densidades entre 3.000 y 7.000 plantas por ha. Estos resultados sugieren que: 1) en el cultivo de yuca existe una óptima densidad de siembra, y 2) la densidad óptima varía con la variedad (cultivar).

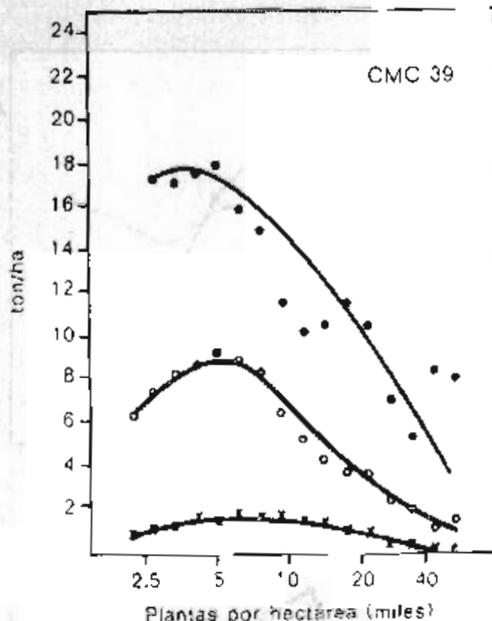


Fig. 12. Producción del cultivar CMC 39, tres (x-x), cinco (o-o) y siete meses (●-●) después de la siembra.

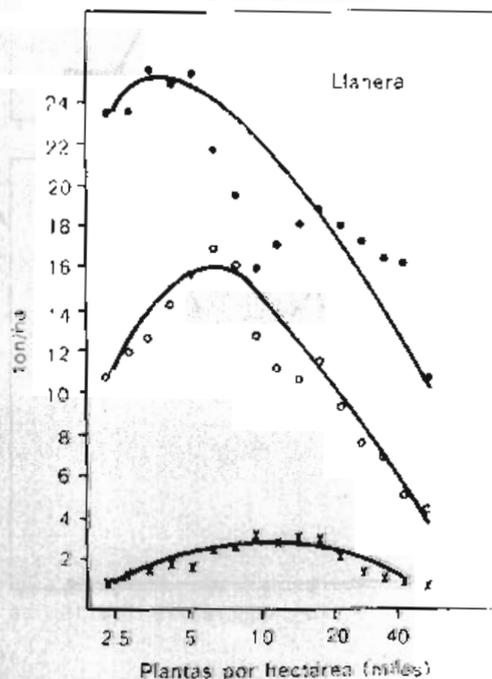


Fig. 13. Producción del cultivar Llanera, tres (x-x), cinco (o-o) y siete meses (●-●) después de la siembra.

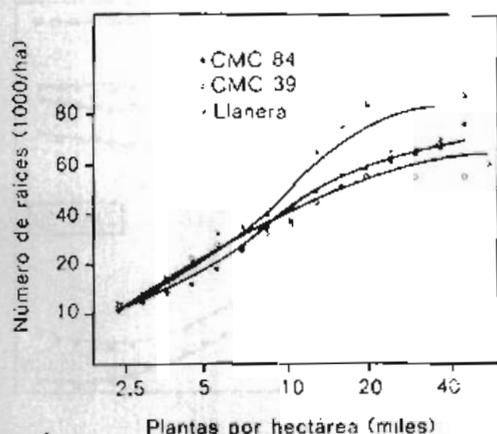


Fig. 14. Número de raíces por hectárea producidas por los cultivares CMC 84 y 39, y Llanera siete meses después de la siembra.

La disminución en rendimiento producido por estos cultivares sembrados a densidades mayores que la óptima, no se debe a la disminución en el número de raíces gruesas por hectárea (Fig. 14), sino a una marcada disminución en el peso por raíz gruesa según el aumento de la población. (Fig. 15).

No se observó una densidad óptima para la producción total de materia seca (Fig. 16). Esta aumentó desde los cinco meses de alrededor de 7 ton/ha con densidades de 2.500 plantas por hectárea y alcanzó un tope de cerca de 12 ton/ha con las mismas densidades de plantas/ha. Sin embargo, la proporción de materia seca total encontrada en las raíces mostró una marcada disminución a medida que aumentó la población de plantas/ha (Fig. 17).

La relación entre la tasa de crecimiento y el índice de área foliar fue extremadamente variable entre los tres y cinco meses, a menos que se tome en cuenta el peso de hojas y pecíolos que se perdieron por senectud. Esta estimación se hizo multiplicando la media semanal de la pérdida de hojas por la media del peso de las hojas, desde los tres a los nueve meses. En los resultados se observa que en CMC 84 la tasa de crecimiento aumentó con un índice

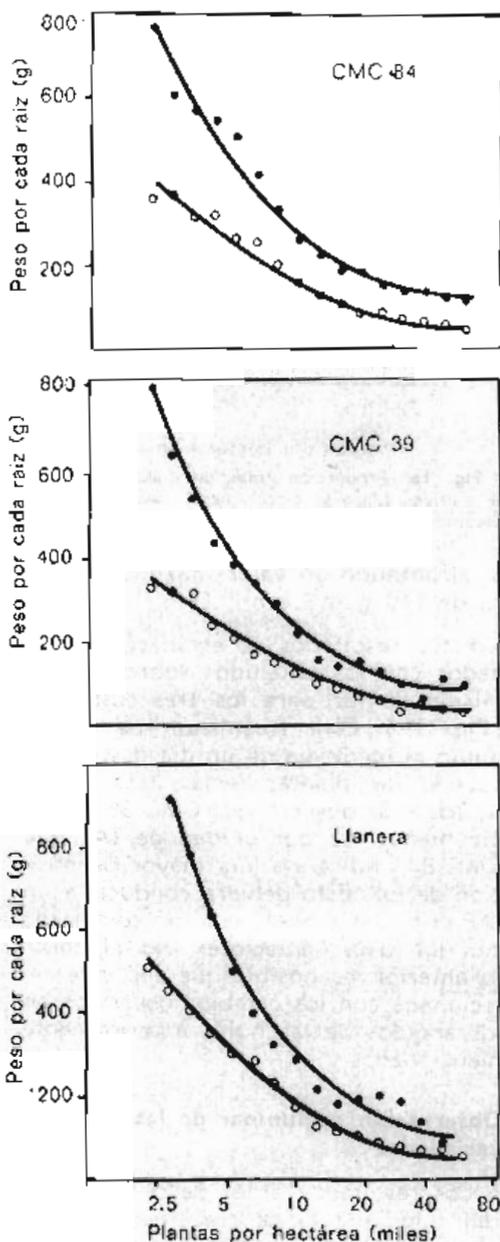


Fig. 15. Peso promedio por raíz producida cinco (●) y siete meses (○) después de la siembra del cultivar Llanera.

de área foliar (IAF) de alrededor de 4, dando una tasa de crecimiento de cerca de $150 \text{ g/m}^2/\text{sem}^{-1}$, mientras que en CMC 39 la tasa de crecimiento aumentó con un incremento de IAF de hasta

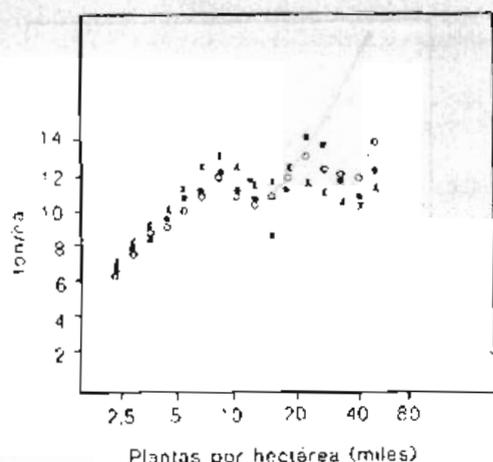


Fig. 16. Producción total de materia seca en el cultivar Llanera, cinco meses después de la siembra.

3, alcanzando un valor máximo de cerca de $110 \text{ g m}^{-2}/\text{sem}^{-1}$ (Fig. 18).

Estos resultados no están correlacionados con los obtenidos sobre la transmisión de luz para los tres cultivares (Fig. 19). Esta transmisión de luz se midió al mediodía de un día despejado, cuando las plantas tenían tres meses de edad. Se observó que CMC 39 absorbió menos luz por unidad de IAF que CMC 84, indicando una mayor penetración de luz. Esto debiera conducir a un IAF crítico mayor, lo cual no concuerda con los datos anteriores. No obstante lo anterior, es posible que ello esté relacionado con los cambios ocurridos en los ángulos de las hojas anteriormente mencionados.

Observación preliminar de las variedades

Los resultados antes descritos sugieren que la tasa de crecimiento de la planta de yuca aumenta a medida que se incrementa la población, pero que la proporción de este crecimiento en las raíces decrece, en algunas variedades, a medida que la población aumenta. Con el fin de seleccionar variedades de alto rendimiento que permitan densas poblaciones y altos niveles de fertilidad se sembraron 28 cultivares con

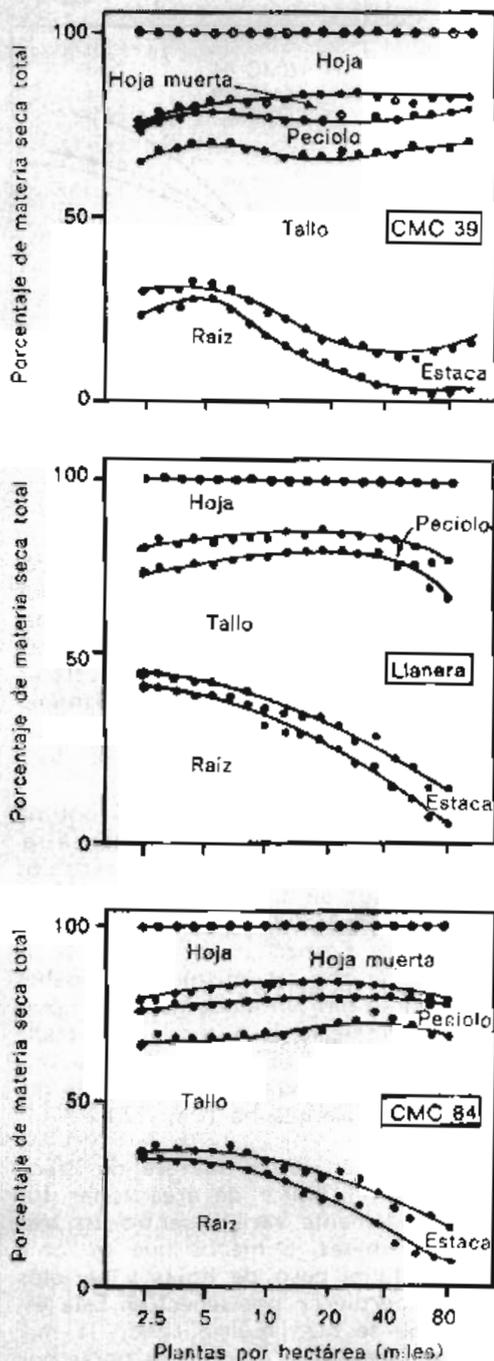


Fig. 17. Distribución de materia seca en tres cultivares diferentes a distintas densidades de población y cinco meses después de la siembra.

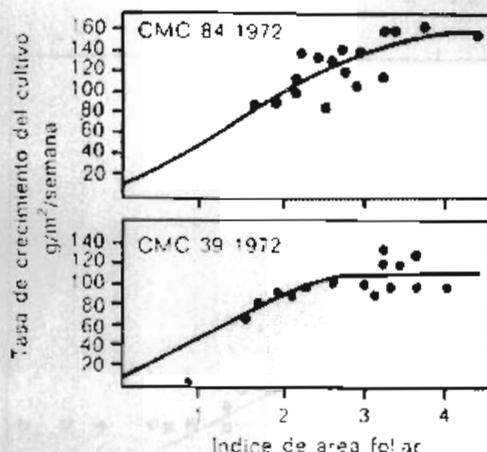


Fig. 18. Incremento en el crecimiento de dos cultivares (de tres a cinco meses) en función del índice de área foliar, con indicación de pérdida de peso seco por caída de hojas.

espaciamiento de 70 x 70 cm (alrededor de 20×10^3 plantas/ha) con 100 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O . Estos cultivares se cosecharon a los 4, 6, 8 y 10 meses de la siembra.

El cultivar M Col 33 tuvo un mayor rendimiento, 120 días después de la siembra (12.4 ton/ha). Hubo una alta relación entre índice de cosecha y rendimiento, una relación mediana entre rendimiento y producción total de materia seca, y ninguna relación entre rendimiento y porcentaje de materia seca en las raíces (Figs. 20, 21 y 22). Lo anterior parece indicar que los cultivares con mayores rendimientos pueden ser seleccionados escogiendo aquellos que tengan mayores índices de co-

secha. También se pueden seleccionar cultivares de alto rendimiento, usando aquellos que tengan un alto contenido de materia seca en las raíces.

De los 14 cultivares que se han cosechado a los 4 y 6 meses de la siembra se ha encontrado una estrecha correlación entre los rendimientos en los dos períodos de cosecha, lo cual sugiere que: a) el fitomejorador puede usar plantas jóvenes en la selección de cultivares con alto rendimiento al período final y b) parece que no hay diferencias en la época de engrosamiento de raíces entre los cultivares (Fig. 23).

Hasta ahora no parece existir ningún tipo de planta que sea obviamente superior. Los tres tipos de cultivares más rendidores a los cuatro meses fueron, respectivamente: de poca altura, ramificada con hojas estrechas; de porte alto, sin ramificación, con hojas anchas; y de altura media, ramificada, con hojas anchas.

Selección de variedades

Se escogieron cinco cultivares al azar evaluados como promisorios del banco de germoplasma y se sembraron usando estacas de dos nudos (tratados con NAA) en suelo rojo ácido. Tres semanas después, los cultivares se trasplantaron con espaciamentos de 1 x 1 m en parcelas de multiplicación de semilla. Siete y medio meses después de la siembra se cosecharon 10 plantas dejando dos surcos de borde. El Cuadro 2 presenta los

CUADRO 2. Rendimiento y características radicales de cinco variedades, siete meses y medio después de la siembra.

Variedad	Rend. ton/ha (material fresco)	Rend. ton/ha (materia seca)	Porcentaje de humedad en la raíz	Nº raíces /planta	Peso/raíz (kg)
M Panamá 64	17	4.9	29	16	0.11
M Col 65	22	8.2	38	21	0.10
M Col 645	14	4.5	32	14	0.10
M Col 463	14	4.5	32	13	0.11
M Col 22	29	11.2	39	18	0.16
Promedio	19	6.7	34	16.4	0.12

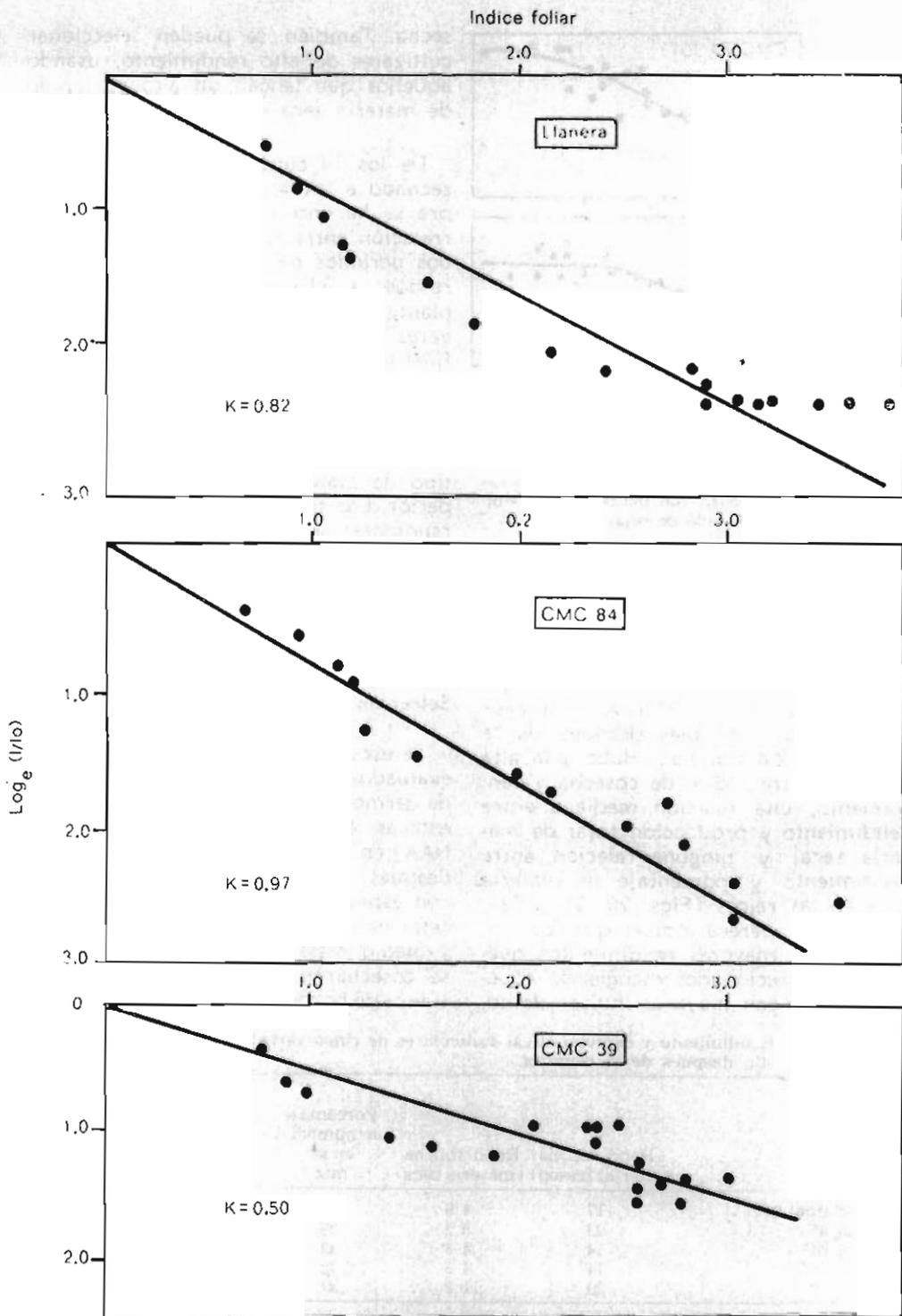


Fig. 19. Relación entre la radiación de luz en la cobertura foliar y el índice de área foliar en las variedades CMC 84, CMC 39 y Llanera.

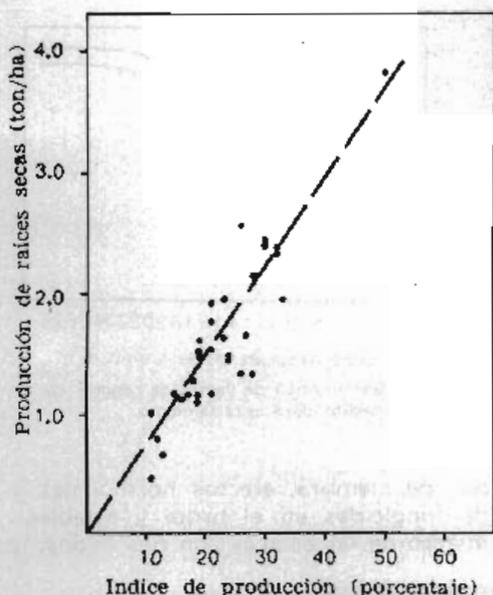


Fig. 20. Peso seco de raíces producidas en 28 cultivares después de cuatro meses de plantados, en función del índice de producción (El cultivar "Llanera" se replicó cuatro veces).

rendimientos obtenidos por cultivar. Se puede observar que un cultivar de poca altura, proveniente de la costa norte de Colombia (M Col 22), muestra un notorio potencial de rendimiento ya que produjo 29 ton/ha, siete y medio me-

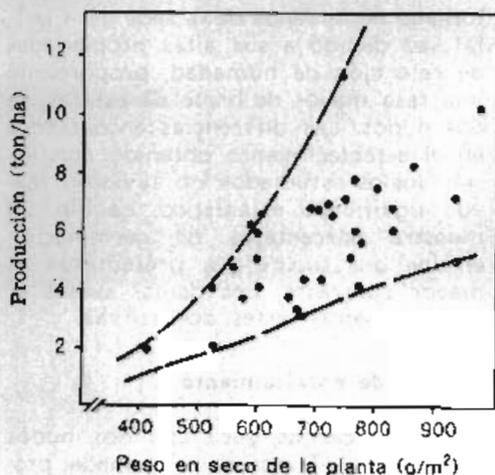


Fig. 21. Producción en relación a la materia seca producida por 28 cultivares de yuca, cuatro meses después de plantados (El cultivar "Llanera" se replicó cuatro veces).

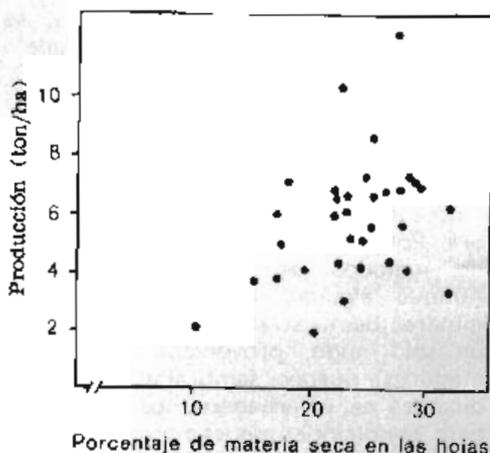


Fig. 22. Distribución de la producción (peso) y del contenido de materia seca de la raíz en 28 variedades, cuatro meses después de plantados (el cultivar "Llanera" se replicó cuatro veces).

ses después de la siembra, que equivale a 46 ton/ha/año. El equivalente de materia seca en las raíces es de 17.8 ton/ha/año. Este cultivar tiene raíces cortas, de forma cónica, siendo por esta razón fácil de cosechar. Actualmente se están haciendo estudios para evaluar este cultivar.

PROPAGACION

Estudios relacionados con técnicas de propagación, almacenamiento de estacas e influencia de prácticas agrónomi-

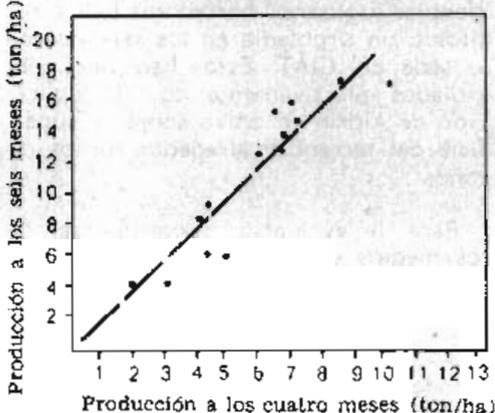


Fig. 23. Producción de seis meses comparada con producción de cuatro meses, en 14 cultivares de yuca.

cas en la producción de esquejes, se llevan a cabo en el Programa de Yuca⁸.

Propágulos de pequeño tamaño

La investigación sobre el cultivo de yuca es frecuentemente retardada debido a la carencia de material de siembra. Por esta razón, se están estudiando métodos de propagación rápida. Aunque algunas investigaciones preliminares demuestran que las estacas de un solo nudo, provenientes de tallos maduros, pueden sembrarse bajo condiciones de invernadero, los resultados bajo condiciones de campo no han sido satisfactorios. Las estacas con dos nudos han producido porcentajes aceptables de germinación y establecimiento, razón por la que se están utilizando para la siembra en el campo, en donde, por haber escasez de material de siembra, no hay estacas de longitud normal (por ejemplo, de 15 a 25 cm).

Para que las estacas de dos nudos enraícen y desarrollen bien, es necesario que sean de excelente calidad. Deben cuidarse permanentemente durante los primeros días de enraizamiento y desarrollo. Es necesario preparar bien los suelos y prestar mucha atención al drenaje e irrigación. Se debe hacer un control efectivo de plagas que atacan las yemas y los retoños. Los grillos, los cienpiés y gusanos cortadores han constituido un problema en los terrenos de la sede del CIAT. Estos han sido controlados efectivamente con la aplicación de Aldrin en polvo sobre la superficie del terreno y alrededor de los retoños.

Para la evaluación experimental de los medios utilizados para enraizar las estacas, se hizo un cobertizo con listones de guadua^{**}. Se estudiaron méto-

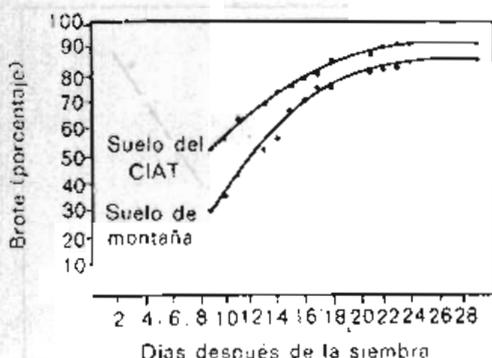


Fig. 24. Germinación de yemas de cangres de yuca en dos medios para enraizamiento.

dos de siembra, efectos hormonales y de fungicidas en el brote y establecimiento de las estacas con dos nudos.

Medios para enraizar estacas

Se usaron seis medios de enraizamiento que consistieron en diferentes tipos de suelo colectado en distintas localidades. El pH de tales suelos fluctuó entre 4.9 y 7.3 y su contenido de materia orgánica, entre 0.6 y 5.2 por ciento. Estos suelos se mantuvieron constantemente húmedos, a capacidad de campo o cerca de ella. El suelo tomado de terrenos de la sede del CIAT, tal vez debido a sus altas propiedades de retención de humedad, proporcionó una tasa mayor de brote de estacas de dos nudos. Las diferencias encontradas en el establecimiento obtenido con los seis suelos estudiados no tuvieron mayor significado estadístico. La Fig. 24 muestra porcentajes de germinación en los dos suelos que presentaron el mayor contraste. Los demás suelos se ubicaron entre estas dos curvas.

Método de enraizamiento

Las estacas de yuca con dos nudos sembradas en posición inclinada produjeron más rápida germinación que aquellas colocadas en posición horizontal. Las estacas colocadas verticalmente produjeron resultados intermedios

⁸ Trabajo realizado por Douglas W. Wholey, investigador asociado del CIAT, como material para tesis doctoral, Universidad de Indias Occidentales.

^{**} Planta gramínea, semejante al bambú, de tallo leñoso, hueco, con varios entrenudos.



Parcelas de rendimiento y de multiplicación de cultivares de yuca.



Control de insectos (aspersión) en una parcela para prueba de rendimientos.

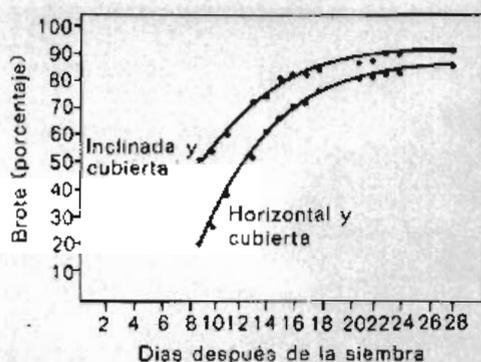


Fig. 25. Germinación de yemas en cangres de yuca sembradas en posición horizontal e inclinada.

(Fig. 25). La ventaja inicial que tienen las estacas colocadas en posición inclinada o vertical, en comparación con las que se colocan horizontalmente se pierde rápidamente. Todas las formas de siembra enraizan en porcentajes similares, cuatro semanas después de la siembra.

Siembra de estacas verdes

Se prepararon estacas con dos nudos, del cultivar Llanera, tomando material vegetativo de tallos verdes que aún conservaban hojas. Un experimento para comparar la capacidad de germinación de este tipo de estacas con otras con tejidos leñosos y maduros, demostró que se puede lograr más de un 90 por ciento de éxito con todo tipo de estacas, pero la incidencia de enfermedades fue mayor en las estacas verdes, en las cuales las pérdidas fueron considerables.

Problemas causados por enfermedades en la propagación

Tres semanas después de la siembra, se presentaron síntomas de "mal de los semilleros" (damping off) en aquellas estacas de tallo verde. Las estacas afectadas fueron examinadas por el fitopatólogo del programa lográndose obtener aislamientos de *Fusarium* sp., *Sclerotinium* sp., *Pythium* sp. y *Alternaria* sp. Sin embargo, aun cuando se

sabe que estos hongos pueden estar en el suelo en forma saprofita, la relación patogénica de los mismos en las estacas de yuca no ha sido aún establecida.

Se pudo aumentar la tasa de establecimiento de las estacas del 51 al 72 por ciento al sumergir los esquejes verdes en una solución del 1 por ciento del fungicida Manzate D. Esta medida se puede recomendar como efectiva contra patógenos que se encuentran en el suelo.

Hormonas para enraizar estacas

El ácido naftalino acético (4.000 ppm en talco) aplicado a la base de cada cangre aumentó también el porcentaje de enraizamiento de los cangres verdes (Fig. 26), al igual que el número de raíces producidas en el corte basal de ambos tipos de estacas (verdes y maduras).

Métodos rápidos de propagación

Estudios preliminares demuestran que la alta humedad juega un papel importante en la producción de retoños y raíces. Los cangres de tallo maduro que se siembran horizontalmente en altas condiciones de humedad relativa, producen una alta proporción de reto-

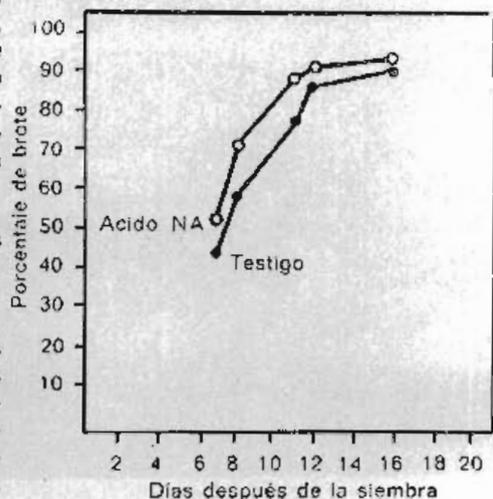


Fig. 26. Efecto del ácido naftalino acético sobre la germinación de yemas en cangres verdes.

ños en las yemas nodales. Los renuevos cortados pueden ser enraizados, lo cual permite una mayor producción de retoños del mismo punto nodal. Seis cangres procedentes de tallos maduros (un total de 60 nudos) produjeron más de 180 retoños en 42 días empleando esta técnica, o sea, un aumento tres veces mayor en comparación con el método de propagación de estacas con un solo nudo. Se están estudiando nuevos métodos para elevar la producción y el enraizamiento de estos cangres verdes, empleando la aplicación de llovizna en los propagadores.

Puntas de esquejes

Cogollos de tallos verdes producidos bajo condiciones de alta humedad y cogollos de retoños de plantas jóvenes cultivadas en el campo, pueden ser enraizadas satisfactoriamente. Esta técnica ha permitido la producción de plantas libres de organismos patogénicos vasculares que permanecen normalmente por largo tiempo en los tejidos vasculares de tallos maduros.

Se ha diseñado y construido una cámara húmeda la cual permite el enraizamiento en gran escala de cogollos y la selección de ellos por la eliminación del material enfermo o con ligeros síntomas de infección. Se ha encontrado que bajo un ambiente de constante humedad saturada, la grava fina proporciona un medio ideal para el enraizamiento, siendo mejor que la mezcla de arena y grava o la arena sola.

Almacenamiento de cangres

Se mantuvieron tallos largos (de más de un metro de longitud) por períodos de hasta tres meses con buena viabilidad en su porción central. Sin embargo, cangres de menor tamaño (menos de 25 cm de longitud) se deterioraron rápidamente.

Se compararon grupos de cangres con las puntas parafinadas con otros sin aplicación de parafina, en un expe-

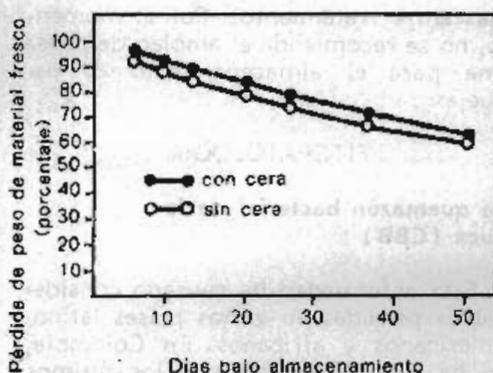


Fig. 27. Efecto de la parafina en la pérdida de peso de material fresco.

rimento cuyo propósito era el de investigar la relación de pérdida de humedad con la viabilidad (Fig. 27). La cubierta de parafina de los cangres no redujo la pérdida de peso fresco, al nivel de probabilidad de 5 por ciento.

Se observó que la germinación de las yemas durante el almacenamiento se retrasó cuando los cangres se almacenaron en posición invertida y que una mayor proporción de yemas nodales retoñaron en los cangres que fueron almacenados en posición horizontal, más que en los almacenados en forma vertical o invertida.

El contenido de humedad de los esquejes bajó de 67 a 46 por ciento después de 50 días de almacenamiento en un cuarto a temperatura ambiental. Los cangres parafinados se deterioraron rápidamente después de un almacenamiento de 20 días, posiblemente debido a la acción de un hongo (*Glomerella* sp.) que se desarrolló en la parte parafinada del tallo.

El 48 por ciento del material de siembra parafinado tuvo que descartarse a los 50 días de almacenamiento por encontrarse infectado por *Glomerella* sp. Sólo un 16 por ciento del material no parafinado se había deteriorado. Los cangres sanos de ambos tratamientos presentaron más del 90 por ciento de germinación, sin observarse diferen-

cias entre tratamientos. Por el momento, no se recomienda el empleo de parafina para el almacenamiento de esquejes.

FITOPATOLOGIA

La quemazón bacterial de la yuca (CBB)

Esta enfermedad ha causado considerables pérdidas en varios países latinoamericanos y africanos. En Colombia, se ha diseminado durante los últimos años causando continuas epifitias en las regiones yuqueras más importantes.

Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por manchas y quemazones foliares; marchitamiento, muerte descendente y exudación de goma en las ramas y tallos jóvenes; y decoloración y necrosis de los haces vasculares de tallos maduros y de raíces de cultivos susceptibles.

Estos síntomas son similares a los descritos para *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Starr. Sin embargo, estudios morfológicos, fisiológicos, serológicos y relacionados con susceptibilidad a bacteriófagos, hechos con aislamientos de Colombia, Brasil y Venezuela, sugieren que este patógeno difiere considerablemente de *X. manihotis*. Serológicamente y por tipificación con bacteriófagos, este patógeno se puede también diferenciar de especies pertenecientes a los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*. Igualmente, usando un *Bdellovibrio* sp., el cual causó lisis a esta especie bacterial, se pudo distinguir este organismo de otras bacterias fitopatogénicas.

A pesar de que estudios serológicos y fisiológicos determinaron diferencias entre ciertos aislamientos del patógeno, no se observó ninguna correlación respecto a su origen geográfico, virulencia o características bioquímicas.

Se pudieron lograr inoculaciones artificiales a hojas de yuca aplicando por aspersión suspensiones acuosas de cé-

CUADRO 3. Efecto del periodo de exposición en cámara húmeda en la infección de plantas de yuca después de la inoculación con CBB a concentración de 10^9 células/ml (aislamiento 5.27L).

Periodo de incubación en cámara húmeda (horas)	Número de manchas/hoja ¹ 25 días después de la inoculación
0	0.3
6	14.2
12	15.6
24	17.4
36	16.7
48	15.5

¹ Los datos representan promedios de tres ensayos; cada tratamiento consistió de 10 hojas/planta.

lulas del patógeno e incubando a humedad saturada durante seis horas (Cuadro 3). La adición de Tween 20 (0.01 por ciento) al inóculo aumentó la efectividad de la inoculación (Cuadro 4). Otro sistema efectivo de inoculación consistió en herir el tejido epidérmico de hojas y tallos con implementos infestados (Cuadro 5).

La bacteria penetra en el hospedante a través de las aberturas estomatales y heridas. Eventualmente, invade el tejido vascular, necrosando y desintegramando el tejido parenquimatoso de hojas y tallos jóvenes. En tallos maduros y viejos, o en las raíces, el patógeno se

CUADRO 4. Efecto de compuestos aditivos en la inoculación por aspersión con suspensiones de 3×10^9 células/ml (aislamiento CBB 5.27L).

Suspensión bacteriana en agua destilada más:	Promedio de manchas/hoja ¹
Solo agua destilada	6.0
Carborundum (0.1 g/litro)	5.6
Agar (0.2%)	3.3
Gelatina (0.2%)	3.0
Dextrosa (0.2%)	2.3
Tween 20 (0.01%)	10.0

¹ Número de manchas/lóbulo de cada una de seis hojas de cinco plantas. Promedio de tres repeticiones. Las lecturas se hicieron a los 25 días de la inoculación.

LSD 0.5 por ciento = 1.8

LSD 0.1 por ciento = 2.6

CUADRO 5. Infección inducida por heridas al tejido epidermal de hojas y tallos del cultivar M. Col 1 con agujas o cuchillos infestados de CBB.

Tejido herido	No. inoculado ¹	No. infectado ²	% de infección
Hojas	56	54	97
Tallos jóvenes	27	27	100
Tallos maduros	32	9	28
Tallos viejos	82	9	11

¹ Promedio de tres replicaciones.

² Infección se registra como manchas en la hoja o como marchitez en los tallos, tres meses después de la inoculación. Las plantas testigo, que fueron inoculadas con agua destilada, no presentaron ninguna infección.

restringe a invadir el tejido vascular, en donde se mueve sistémicamente según la susceptibilidad del cultivar.

Resultados sobre inoculaciones controladas de campo sugieren que la diseminación del patógeno en plantaciones de yuca se debe a salpicadura del inóculo por la acción de las lluvias; se encontró que existe una alta correlación entre agua-lluvia acumulada y el número de plantas enfermas por períodos sucesivos de 15 días (Figs. 28 y 29). Otros estudios sobre dispersión demostraron que el patógeno no se diseminó a distancias mayores de 10 m de la fuente de inóculo, durante un período de 60 días, a pesar de que el agua-lluvia acumulada durante este período fue 207 mm (Cuadro 6). La diseminación observada dentro de esta distancia (10 m) ocurrió siempre hacia la dirección del viento prevalente en la región.

La dispersión de la bacteria entre un área a otra ocurre debido al movimiento del material vegetativo usado para propagación (Foto superior, pág. 71). Este método de dispersión es particularmente importante en Colombia, ya que no existe ninguna restricción en el movimiento de material vegetativo de yuca dentro del país, al igual que nin-

guna reglamentación para la producción de semilla certificada.

La diseminación del patógeno por medio de herramientas infestadas es evidente según los resultados incluidos en el Cuadro 6. Este método de diseminación es muy importante durante la cosecha y la época de siembra, debido a que estas labores exigen el uso intensivo de herramientas (machetes, etc.) en áreas localizadas de una misma plantación. Igualmente, teniendo en cuenta que el patógeno penetra por cualquier herida del tejido epidermal, la diseminación de éste puede ser causada por el hombre, animales, insectos y por efectos de ciertas condiciones ambientales que producen heridas.

Se han investigado los siguientes métodos para controlar la enfermedad:

1. Poda de plantaciones afectadas.

Experimentos de campo en los cuales se podaron plantaciones infectadas mostraron que sólo el 6 por ciento de las plantas podadas permanecieron infectadas un mes después de la poda y un 8.5 por ciento dos meses después. Cada una de estas plantas se arrancó y se quemó tan pronto se detectó la enfermedad con el fin de evitar reinfecciones secundarias posteriores. Seis meses después, las plantas que antes de la

CUADRO 6. Diseminación de CBB en plantas de yuca situadas a diferentes distancias de la fuente del inóculo.

Distancia en metros de la fuente del inóculo	Número de plantas por parcela	Número de plantas infectadas por parcela ²	% de infección
5	201	12	60
10	20	5	25
15	20	0	0
20	20	0	0

¹ Número de plantas por parcela. Cada parcela estaba situada a un lado de una fuente de inóculo.

² Incidencia de la enfermedad, 60 días después de la siembra.

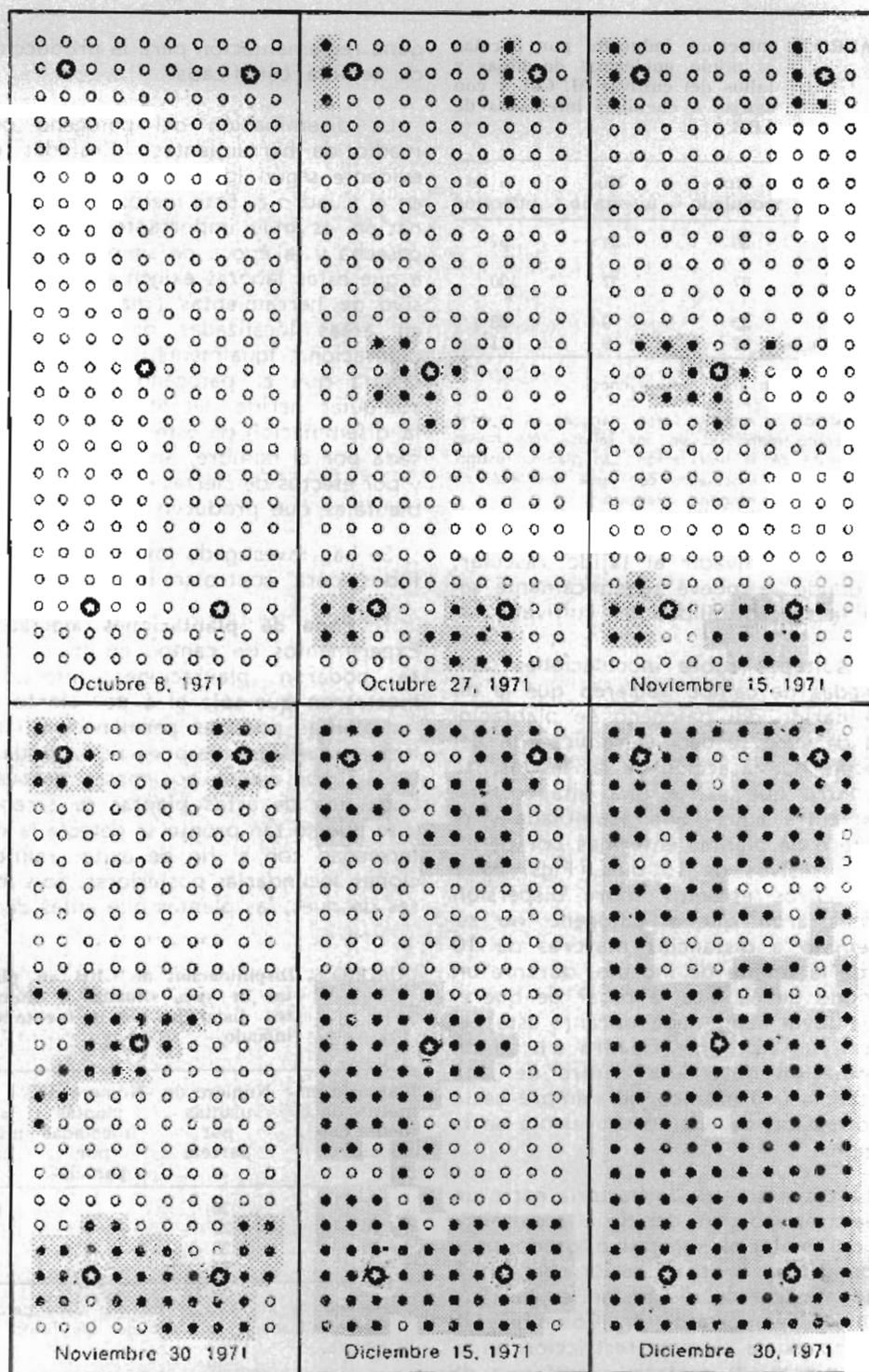


Fig. 28. Modalidad de dispersión de la bacteriosis de la yuca en el campo; las fuentes iniciales de infección lo fueron las plantas marcadas con un asterisco en el rectángulo superior izquierdo. El avance de la enfermedad se registró en observaciones hechas cada 15 días, entre el 15 de septiembre y el 30 de diciembre, 1971.

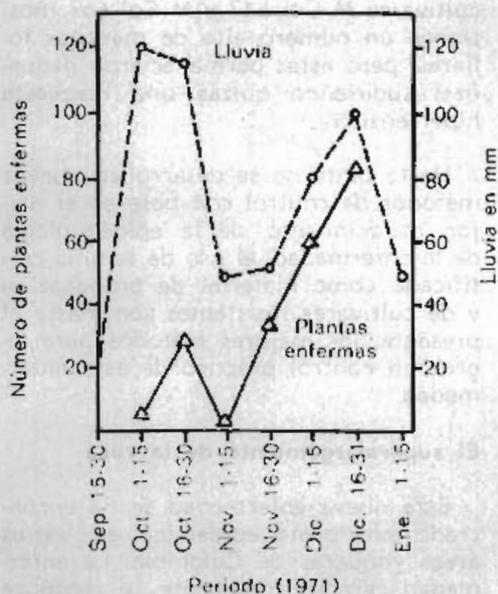


Fig. 29. Diseminación de la bacteriosis de la yuca (CBB) desde fuentes iniciales de infección. Experimentos hechos entre el 15 de septiembre y el 30 de diciembre, 1971. Puede apreciarse la relación que se encontró entre la precipitación total (mm) y el número de plantas enfermas por período de 15 días.

poda presentaban infecciones, permanecieron sanas debido a este tratamiento.

Las podas hechas a plantas pertenecientes a diferentes cultivares demostraron que el 76 por ciento de los cultivares muy susceptibles permanecieron enfermos seis meses después de la poda. Sin embargo, sólo el 36 por ciento de los cultivares susceptibles, el 16 por ciento de los tolerantes y el 9 por ciento de los resistentes mostraron síntomas de infección después de seis meses de ser podados (Fig. 30). Estos resultados indican que la efectividad del método depende del nivel de resistencia del cultivar podado, además de la rapidez en detectar las plantas enfermas, por el riesgo de reinfecciones secundarias.

2. Indexación de cogollos. Experimentos relacionados con enraizamiento de cogollos demostraron que es posible erradicar el añublo bacterial de

plantas enfermas por medio de la propagación de brotes o cogollos jóvenes que no muestran síntomas de infección. Se logró alrededor de un 95 por ciento de enraizamiento de cogollos y un 100 por ciento de erradicación de la enfermedad cuando los cogollos sanos de plantas infectadas se plantaron en vasos parafinados con arena gruesa (grava). Estos cogollos se mantuvieron en una cámara plástica con humedad relativa saturada por medio de un humidificador eléctrico y a temperaturas de 25-33°C. Después de 12-15 días, los cogollos enraizados se trasplantaron a macetas con suelo estéril y se mantuvieron en invernadero por dos meses antes de ser trasplantados en el campo. Las plantas provenientes de tales cogollos enraizados constituyen el material básico para la producción de semilla certificada.

Para erradicar la bacteriosis de la colección de yuca del CIAT, se ha indexado un 80 por ciento (aproximadamente, 2,000 cultivares) de esta colección con resultados altamente satisfactorios.

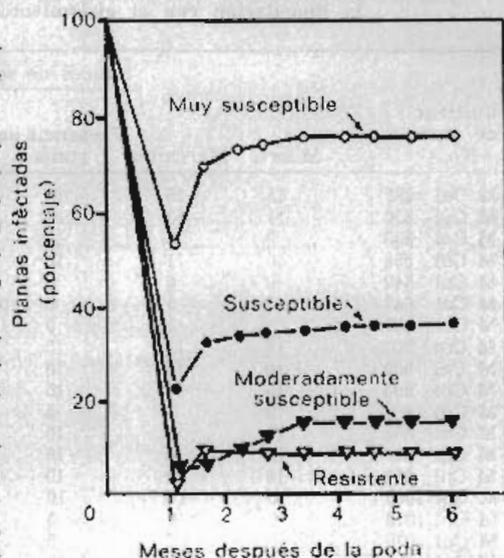


Fig. 30. Efecto de la poda a cultivares de yuca, de distintos niveles de resistencia, infectados con el agente causal de la bacteriosis de la yuca. Las plantas se podaron a los seis meses después de haber sido inculadas por aspersión con una suspensión bacteriana (10^{10} células/ml) del aislamiento 4.26 L.

3. **Uso de variedades resistentes.** La respuesta de 1.400 cultivares al ataque de este patógeno se determinó por inoculaciones artificiales con varias sspas colectadas en Colombia. Los índices de resistencia de los mejores cultivares se presentan en el Cuadro 7. Según estos resultados, los cultivares M Col 647 y M Col 667 fueron los más resistentes. A pesar de que los cultivares M Col 282, M Col 707 y M Col 803 reaccionaron como susceptibles, el número de manchas foliares en estos cultivares fue menor cuando se comparó con el testigo susceptible (Popayán).

En general, el comportamiento de los diferentes cultivares en el campo parece bien correlacionado con la escala de resistencia calculada (muerte descendente, marchitez, exudación de goma y manchas foliares) por inoculaciones artificiales. Aparentemente, el tipo de mancha foliar parece tener una buena correlación con todos los demás índices combinados. Sin embargo, los

cultivares M Col 647 y M Col 667 mostraron un número alto de manchas foliares, pero éstas permanecieron pequeñas, sugiriendo quizás una respuesta hipersensitiva.

Hasta tanto no se desarrollen nuevos métodos de control con base en el mejor conocimiento de la epidemiología de la enfermedad, el uso de semilla certificada como material de propagación y de cultivares resistentes son, hasta el presente, los mejores métodos para lograr un control práctico de esta enfermedad.

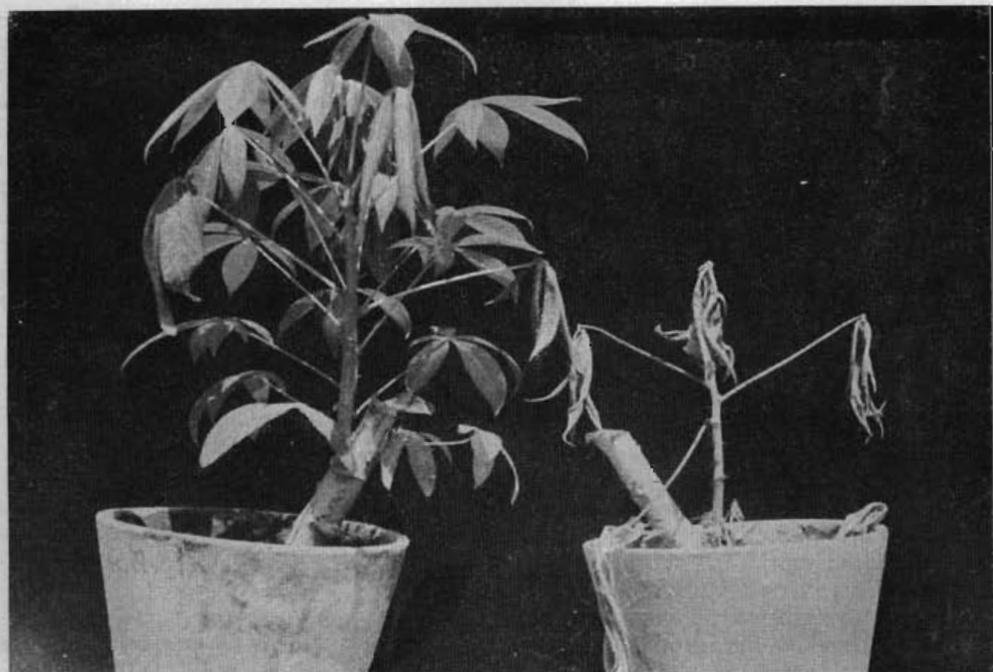
El superalargamiento de la yuca

Esta nueva enfermedad se ha encontrado en forma epidémica en varias áreas yuqueras de Colombia. La enfermedad característicamente se reconoce por un alargamiento exagerado de los entrenudos de los tallos jóvenes de plantas enfermas. Como consecuencia, los tallos son delgados, débiles y consi-

CUADRO 7. Índices de severidad del CBB en 21 cultivares de yuca, 30 días después de la inoculación con el aislamiento CBB 4.26L (10^6 células/ml).

Cultivar de yuca No.	Índices de severidad				Índice total	No. de manchas por hoja	Evaluación general ¹
	Muerte	Marchitez	Presencia de goma	Mancha en la hoja			
M Col 282	15	15	15	20	65	4.0	SS
M Col 350	11	10	10	17	48	6.6	MS
M Col 353	8	8	10	15	41	10.1	MS
M Col 558	10	11	10	20	51	3.8	MS
M Col 642	0	6	0	15	21	3.1	RR
M Col 647	0	5	0	5	10	20.2	AR
M Col 667	5	5	0	5	15	11.0	AR
M Col 707	17	15	15	25	72	5.0	SS
M Col 800	10	13	10	20	53	5.2	MS
M Col 803	15	17	15	20	67	4.0	SS
M Col 808	0	7	5	15	27	4.4	RR
M Col 853	13	15	10	20	58	5.6	MS
M Col 866	11	10	15	20	56	6.5	MS
M Col 952	10	10	10	25	55	6.4	MS
M Col 1060	10	11	10	20	51	5.4	MS
M Col 1073	5	8	5	15	33	2.4	RR
M Col 1079	5	7	5	15	32	4.2	RR
M Col 1080	6	10	10	15	41	5.6	MS
M Col 1137	10	10	10	20	50	5.8	MS
M Col 1155	5	9	5	20	39	3.0	RR
M Col 1184	6	5	5	20	36	8.4	RR
Popayán (CK)	25	25	25	25	100	139.3	MYS

¹ MYS = muy susceptible, SS = susceptible, MS = moderadamente susceptible, AR = altamente resistente, RR = resistente.



Diseminación de bacteriosis (CBB) por "semilla" vegetativa infectada. Izquierda: retoño sano obtenido de un cangre sano. Derecha: retoño enfermo proveniente de un cangre enfermo.



Planta susceptible a *Cercospora henningsii*. Atrás, planta perteneciente a un cultivar resistente.

derablemente más largos que aquellos de plantas sanas. La parte más joven de los tallos, los pecíolos de hojas jóvenes y venas principales se distorsionan causando considerables deformaciones. Frecuentemente, las nuevas hojas que emergen de la planta no se desarrollan y la lámina foliar de ellos no se expande completamente.

La epidermis de los tallos jóvenes muestra raspaduras similares a aquellos daños causados por thrips. Sin embargo, la epidermis de los tallos infectados por el superalargamiento comúnmente muestra chancros de diferentes tamaños localizados principalmente en las zonas verdes y menos lignificadas. Los tallos maduros parecen normales, pero, generalmente, son quebradizos. Estos síntomas varían de acuerdo con la susceptibilidad del cultivar; aunque son muy característicos, no han sido descritos previamente en la literatura sobre enfermedades de yuca.

Se ha encontrado un hongo asociado con este disturbio. Su relación con el síndrome de esta enfermedad se está estudiando intensamente.

Manchas foliares inducidas por *Cercospora* sp.

Se ha encontrado que tres especies de *Cercospora* (*C. caribaea*, *C. henningii* y *Cercospora* sp.) inducen la aparición de manchas foliares en varias zonas yuqueras de Colombia. Su incidencia e importancia relativa varía según las condiciones ambientales de la zona y con la susceptibilidad de los cultivares.

Con el fin de probar la resistencia a las diferentes especies de *Cercospora* se han realizado investigaciones para inducir esporulación de estos hongos en medios artificiales. En igual forma, se han probado diferentes técnicas de laboratorio con el fin de lograr inoculaciones artificiales con infectividad satisfactoria.

Las especies encontradas de *Cercospora* difieren en su tasa de crecimiento en medios artificiales. Ninguna especie esporuló bien en la oscuridad, pero la esporulación de *C. caribaea* y *C. henningii* se logró mejorar por exposición periódica de una hora a luz-negra o exposición continua a luz fluorescente.

Se obtuvo una infección satisfactoria (3-5 manchas por lóbulo) mediante inoculaciones por aspersión de suspensiones de esporas de *C. henningii*. Las plantas inoculadas se mantuvieron en una cámara de crecimiento, a humedad saturada, durante 48 horas y a 28°C, inmediatamente después de la inoculación. Los síntomas de la enfermedad fueron visibles a los 10-12 días de la inoculación.

Pudriciones suaves de la raíz de la yuca

Se aisló una especie de *Phytophthora* de raíces de plántulas que mostraban severa necrosis radicular. Este patógeno se aisló igualmente de una plantación supervisada por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en la cual las pérdidas eran superiores al 80 por ciento debido a pudrición acuosa de las raíces. Esta enfermedad se presenta prevalentemente en suelos húmedos, con mal drenaje, o cerca de los canales de drenaje. Se observó una asociación similar en los terrenos de la sede del CIAT, a mediados de 1971, cuando algunas plantaciones de yuca se inundaron por exceso de agua de lluvia.

Estudios etiológicos han demostrado que esta especie de *Phytophthora* es similar a *P. drechsleri*, encontrado en Brasil, en donde causa una enfermedad similar. Se aisló también una especie de *Fusarium* de raíces que presentan pudriciones acuosas. Se está investigando cuál es el papel que desempeña este hongo en la epidemiología de esta enfermedad.

Manchas foliares inducidas por *Phyllosticta*

Se ha encontrado que, en Colombia, esta enfermedad es predominante en plantaciones de más de 1.000 m de altura. La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas foliares, severa defoliación y muerte descendente reduciendo la producción significativamente. Las manchas foliares, característicamente, presentan anillos concéntricos y pequeños puntos marrones que constituyen los cuerpos fructíferos del hongo (picnidios), hacia el haz del área necrosada.

Con bastante facilidad se puede lograr el aislamiento del agente causal de esta enfermedad obteniéndolo de muestras de partes afectadas de la planta, pero la producción de cuerpos fructíferos del hongo *in vitro* sólo se puede obtener mediante la exposición de los aislamientos a luz fluorescente continua.

La mancha polvosa de la yuca

Esta enfermedad se ha encontrado en la mayoría de las plantaciones de yuca de América Latina. Su incidencia es particularmente importante durante la estación seca en la cual el hongo ataca las hojas maduras y totalmente desarrolladas induciendo la formación de manchas amarillas pero, comúnmente, sin necrosamiento de tejidos foliares.

Observaciones y evaluaciones de campo hechas a cerca de 2.200 cultivares de la colección mundial de yuca del CIAT revelaron la existencia de una buena fuente de resistencia varietal. Se consideraron como resistentes a este patógeno cerca de 220 cultivares y 1.350 como susceptibles.

La antracnosis de la yuca

Esta enfermedad es causada por una especie de *Gloesporium* la cual sólo ataca las hojas y los retoños jóvenes induciendo quemazón y muerte descendente.

La ocurrencia y severidad de la enfermedad parece estar correlacionada con la presencia de humedad relativa saturada. Las inoculaciones artificiales, hechas con la aplicación de suspensiones acuosas de 10^5 esporas/ml, dieron buenos resultados cuando las plantas permanecieron por 60 horas a 100 por ciento de humedad relativa.

Otras enfermedades

Se encontró que una especie de *Armillariella* está asociada con la necrosis basal de tallos y de raíces, en plantas viejas de yuca.

Al hacer experimentos de propagación de cangres a diferentes estados de lignificación, se obtuvieron aislamientos de *Sclerotium* sp., *Sclerotinia* sp., *Pythium* sp. y *Fusarium* sp. de cangres jóvenes.

ENTOMOLOGIA

Mosca del cogollo

Se seleccionaron 19 variedades para evaluar su resistencia al ataque de la mosca del retoño (*Silba pendula*) entre los 20, 40 y 60 días subsiguientes a la siembra, empleando para ello poblaciones naturales en el campo. Los daños se estimaron haciendo el recuento porcentual de los retoños atacados por esta plaga. Ninguna de las variedades observadas presentó un alto nivel de resistencia pero el nivel de daños, después de 60 días, variaba entre 25 y 78 por ciento, demostrando diferencias en susceptibilidad entre variedades.

Las plantas jóvenes mostraron poco daño, razón por la cual se sugiere que el material bajo estudio no debe seleccionarse antes de los sesenta días.

Observaciones hechas en más de 5.000 larvas de *Silba* sp. en diferentes estados de desarrollo no identificaron ningún parásito natural que pudiera

usarse en el control biológico de esta plaga.

Para seleccionar variedades con resistencia a *Silba* sp., bajo condiciones específicas, es necesario criar las moscas artificialmente. Con este propósito se han obtenido resultados promisorios utilizando una dieta que contiene raíces molidas de yuca, levadura y ácidos sórbico y ascórbico. Las larvas recogidas en el campo se han desarrollado satisfactoriamente con el suministro de esta dieta.

Pulgonos

Se sembraron treinta variedades de yuca, las cuales fueron cuidadosamente observadas para determinar su resistencia a los pulgonos. Al mismo tiempo, se hizo un recuento de pulgonos por retoño. No se encontró ninguna relación entre los dos métodos mencionados, quizás porque otras plagas (especialmente, ácaros) pueden causar daños similares a los ocasionados por los pulgonos y esta circunstancia dificulta la evaluación de los daños.

Algunas variedades no mostraron daño causado por pulgonos, lo cual sugiere que existe un apreciable potencial de resistencia que puede ser utilizado ventajosamente.

Gusano cachón

El parasitismo natural de los huevos de *Erynnis ello* por *Trichogramma* sp. constituye un buen control biológico, bajo ciertas condiciones. Cuando este control no es posible, las aplicaciones de insecticidas a base de arsénico (5 - 6 lbs/ha de arseniato de plomo) han brindado un buen control. Estos insecticidas no deben usarse cuando las hojas de yuca van a ser utilizadas para el consumo humano o animal.

Vatiga Manihotae (Hemiptera: Tingidae)

Esta plaga puede producir síntomas similares a los causados por los ácaros.

Deposita sus huevos en el tejido mismo de la hoja. Además, por sus hábitos alimentarios, se le considera como vector de ciertos virus.

SUELOS

Tolerancia a suelos ácidos

Se estudiaron 138 cultivares de yuca, obtenidos del ICA, en lotes experimentales en los cuales las aplicaciones de cal fueron de 0, 0.5, 2 y 6 ton/ha. En la Fig. 31 se puede observar el efecto de la cal sobre el pH y los niveles de aluminio. El suelo en el cual se hizo este estudio tenía un nivel de fertilidad muy bajo (Cuadro 8).

Este ensayo fue seriamente afectado por las enfermedades superelongación y bacteriosis de la yuca. Sin embargo, en los tres primeros meses, cuando las plantas no fueron muy atacadas por estas enfermedades, se hicieron las siguientes observaciones:

La mayoría de las variedades respondieron visiblemente a la aplicación de cal, hasta las dos toneladas por hectárea.

Algunos cultivares no mostraron ninguna diferencia al crecer en lotes con niveles de cal de 0, 0.5 y 2 ton/ha.

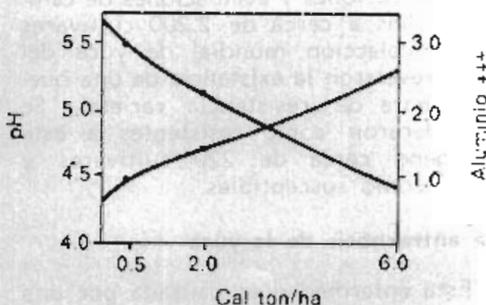


Fig. 31. Efecto de la aplicación de cal en el pH y en el nivel de aluminio en un suelo de Carimagua, en el cual se compararon varios cultivares de yuca seleccionados por el ICA.

CUADRO 8. Algunas propiedades del suelo de Carimagua utilizado para comparar algunos cultivares de yuca del ICA.

PH	4.5	C.P. ¹	meq/100g	4.5
O.M. % (0-20 cm)	5	Al+++	meq/100g	3.5
		Ca++	meq/100g	0.5
P ppm (BRAY II)	3	Mg++	meq/100g	0.3
Textura	Suelo franco-arcilloso	K+	meq/100g	0.08

¹ C.P. = carga permanente o CIC a pH original.

Algunas variedades fueron adversamente afectadas por la aplicación de 6 toneladas de cal por hectárea, quizás debido a una deficiencia inducida de micronutrientes.

El ensayo se cosechó a los ocho meses. Las cifras que representan el rendimiento obtenido sugieren diferencias varietales y no una estimación de posibles rendimientos obtenibles en cultivos comerciales de yuca. Ocho de los cultivares dieron un rendimiento mayor de 1.2 kg/m² con niveles de cal de 0, 0.5 y 2 ton/ha. El rendimiento máximo fue de 2.6 kg/m², en CMC 172, a un nivel de 0.5 ton/ha. El mismo cultivar produjo uno de los mayores rendimientos en niveles de cal de 0 y 2 ton/ha. Los cultivares que se comportaron mejor bajo todos los tratamientos fueron CMC 143 y 110. Estos resultados sugieren que varios cultivares de yuca son muy resistentes a los suelos ácidos y por tanto, constituyen un buen potencial en las áreas que tengan suelos muy ácidos.

En otros dos ensayos, hubo una marcada respuesta visual a las aplicaciones de fósforo, nitrógeno y potasio.

CONTROL DE MALEZAS

Los objetivos de la investigación en relación con el control de malezas en el cultivo de yuca son: a) determinar cuáles son los compuestos químicos y los niveles de aplicación recomendables para este cultivo y b) definir la época crítica en que se presenta la competencia del cultivo con las malezas.

Selectividad de herbicidas

En los terrenos de la sede del CIAT se hizo un ensayo de selectividad de herbicidas en suelos relativamente pesados. En consecuencia, los resultados son válidos solamente para suelos similares y no pueden transferirse a áreas con suelos más livianos sin hacer unas pruebas exploratorias para seleccionar aquellos herbicidas más apropiados.

En la investigación hecha con 27 herbicidas para determinar su selectividad se emplearon tres dosis: la recomendada para otros cultivos en suelos similares, el doble y el cuádruple de estas dosis recomendadas. En esta forma, fue posible determinar no solamente cuáles productos químicos son selectivos sino también su respectivo margen de selectividad.

Existen dos condiciones especiales en el cultivo de la yuca que no son esenciales en otros cultivos; estas condiciones fueron tomadas en consideración en los ensayos hechos en 1972. Normalmente, un herbicida preemergente se aplica al suelo después de que el cultivo ha sido sembrado. Algunas veces, la yuca se siembra dejando una porción de la semilla expuesta, lo que permite que la aplicación del herbicida haga contacto directo con la semilla. Si se sigue otro sistema de siembra o si el herbicida se aplica antes de hacer tal operación, el brote crece a través del suelo tratado, lo cual también ocasiona que la semilla entre en contacto directo con el herbicida. Para determinar cuál de los dos sistemas de siembra



Medios de control de malezas en lotes de yuca con herbicidas aplicados bajo condiciones semejantes a las que existen en las fincas (experimento cooperativo ICA-CIAT; fotografía tomada en la sede de la Estación Experimental del ICA en Palmira).

produce menor toxicidad, se dividió cada parcela en dos subparcelas y se sembró una mitad con anterioridad a la aplicación del herbicida y la otra, con posterioridad a la aplicación.

La costumbre de hacer caballones antes de la siembra también constituye un problema. Muchos herbicidas son efectivos solamente cuando se les incorpora al suelo. Si se forman los caballones después de que los productos han sido incorporados, los productos se acumulan en el caballón y los surcos reciben poco o ningún producto. Es imposible hacer la aplicación e incorporación del herbicida después de formar los caballones sin dañar los mismos. Por lo tanto, si se van a utilizar productos químicos de esta clase, se debe eliminar la práctica de hacer caballones.

Con el propósito de estudiar la posible interacción entre el uso de caballones y la toxicidad de los herbicidas, se hicieron los caballones en una mitad

de cada lote antes de hacer la aplicación y la otra mitad fue sembrada directamente en el suelo, sin caballones. El cultivar empleado en este ensayo fue CMC 64 y su siembra se hizo en surcos de 66 cm de ancho con espaciamiento entre plantas de 50 cm. Se hicieron las observaciones a los 30, 45, 60, 90 y 110 días de la siembra. Con el fin de proporcionar humedad adecuada a los suelos, se irrigó la superficie del terreno, posteriormente a la aplicación de los herbicidas.

Como se puede observar en los Cuadros 9, 10 y 11, los herbicidas que mostraron mayor selectividad fueron: Linuron, Norea, Fluometuron, Clorobromuron, Diuron, Fluorodifen, Nitrofen, Pronamida, Metazol, Butaclor, Alaclor, DNBP, Cloramben, Cianazina, Bentiocarbo, Trifluralina y Nitralina. Aún haciendo aplicaciones cuatro veces mayores que la dosis recomendada, se pudieron sólo observar daños iniciales o leves en unos pocos productos, siendo la mayoría de ellos totalmente selectivos.

CUADRO 9. Evaluación de daños a las plantas de yuca a los 30, 45, 60, 90 y 110 días por los herbicidas presiembra incorporados.

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Clasificación del daño ¹				
		30	45	60	90	110 Días
1. Butylate	3.0	2.0	1.2	2.2	0.5	0.0
2. Butylate	6.0	3.0	2.8	4.5	4.8	4.0
3. Butylate	12.0	3.5	2.8	6.0	6.5	5.0
4. Vernolate	3.0	2.5	1.2	3.0	3.5	3.0
5. Vernolate	6.0	4.5	2.0	5.5	4.2	3.8
6. Vernolate	12.0	7.8	9.0	9.0	7.2	7.5
7. EPTC	3.0	3.0	1.0	3.5	2.5	3.0
8. EPTC	6.0	3.2	2.2	4.0	4.2	4.0
9. EPTC	12.0	6.2	8.2	7.8	6.8	5.0
10. Trifluralina	1.5	2.2	0.8	1.0	0.0	0.0
11. Trifluralina	3.0	4.5	0.8	2.0	0.0	0.0
12. Trifluralina	6.0	6.0	2.0	3.0	0.8	0.0
13. Nitralina	1.5	1.2	0.8	0.2	0.0	0.0
14. Nitralina	3.0	0.2	0.8	0.8	0.0	0.0
15. Nitralina	6.0	1.0	0.8	1.8	0.0	0.0
16. Testigo	—	1.0	0.5	1.5	0.0	0.0

¹ 0 = Planta sana; 10 = planta muerta.

Los herbicidas que resultaron selectivos sólo a las dosis recomendadas fueron: Ametrina, Prometrina, Terbutrina y Butylate; los que resultaron fitotóxicos a las dosis recomendadas fueron: Atrazina, Bromacil, Karbutilate, Vernolate y EPTC. En términos generales, los herbicidas de las familias triazina, carbamato y uracil fueron los más fitotóxicos. No se encontró diferencia al sembrar antes o después de la aplicación del herbicida preemergente, o entre hacer caballones y no hacerlos,

para los herbicidas presiembra incorporados (Cuadro 10). Pareciera que la aplicación de preemergentes se puede hacer antes o después de la siembra y que los daños no aumentan cuando se hacen los caballones después de aplicar los productos presiembra incorporados.

Período crítico de competencia

Debido al lento desarrollo inicial de la planta de yuca y por el espaciamento tradicionalmente ancho entre plan-

CUADRO 10. Índice de daño a los 90 días y porcentaje de reducción en la germinación a los 30 y 90 días de sembrar antes o después de la aplicación y al sembrar con o sin caballones (promedio de todos los tratamientos).

Métodos de siembra	Índice de daño a los 90 días ¹	Porcentaje de reducción de germinación ²	
		30 días	90 días
1. Preemergencia			
a. Antes de la aplicación del herbicida	2.7	6.0	12.3
b. Después de la aplicación del herbicida	3.0	5.0	14.5
2. Herbicida presiembra incorporado			
a. Con caballón	2.8	22.2	7.9
b. Sin caballón	2.4	24.6	13.0

¹ 0 = Planta sana; 10 = planta muerta.

² Porcentaje de germinación respecto al testigo.

CUADRO 11. Indices de daño en la yuca, con los herbicidas preemergentes a los 30, 45, 60, 90 y 110 días de la siembra.

	Herbicida	Dosis (kg i.a./ha)	Indice de daño ¹				
			30	45	60	90	110 días
1	Linuron	1.5	1.0	1.0	1.5	0.0	0.0
2	Linuron	3.0	1.0	1.0	2.5	0.0	0.0
3	Linuron	6.0	1.2	1.0	3.5	1.8	2.5
4	Norea	2.5	1.2	0.2	0.0	0.0	0.5
5	Norea	5.0	1.2	0.8	0.8	0.0	0.5
6	Norea	10.0	1.5	1.2	2.8	2.5	0.0
7	Fluorodifen	3.0	1.2	0.5	1.8	0.0	0.0
8	Fluorodifen	6.0	1.5	0.8	1.8	0.0	0.0
9	Fluorodifen	12.0	2.8	0.2	1.0	1.0	1.5
10	DNBP	1.5	1.0	0.2	0.2	0.0	0.0
11	DNBP	3.0	2.0	0.2	0.5	0.0	0.0
12	DNBP	6.0	1.5	0.8	1.5	0.0	0.0
13	Pronamida	1.5	1.0	1.2	1.5	0.0	0.0
14	Pronamida	3.0	1.5	0.8	1.2	0.0	0.0
15	Pronamida	6.0	2.5	1.5	2.2	1.0	0.0
16	Metazol	2.0	1.8	1.5	1.8	0.0	0.0
17	Metazol	4.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
18	Metazol	8.0	1.5	1.2	2.0	1.0	0.0
19	Nitrofen	3.0	1.0	0.8	1.0	0.0	0.0
20	Nitrofen	6.0	1.8	1.2	1.5	0.0	0.0
21	Nitrofen	12.0	1.0	1.0	1.8	0.0	1.0
22	Butaclor	2.0	1.8	1.0	2.0	0.0	0.0
23	Butaclor	4.0	1.5	1.2	1.5	0.0	0.0
24	Butaclor	8.0	1.8	0.8	0.5	0.0	0.0
25	Atrazina	2.0	1.8	1.5	4.2	2.5	1.5
26	Atrazina	4.0	3.0	2.5	8.5	7.8	8.0
27	Atrazina	8.0	1.8	3.2	8.8	5.0	10.0
28	Alaclor	2.0	1.5	1.0	1.0	0.0	0.0
29	Alaclor	4.0	1.8	1.0	1.5	0.0	0.0
30	Alaclor	8.0	3.0	1.2	3.5	1.0	0.0
31	Fluometuron	2.0	1.8	1.0	2.8	2.5	0.0
32	Fluometuron	4.0	1.0	0.5	1.2	0.0	0.0
33	Fluometuron	8.0	1.8	1.5	1.8	0.0	0.0
34	Clorbromuron	1.5	1.0	1.0	2.5	0.0	0.0
35	Clorbromuron	3.0	1.0	1.2	3.0	0.0	1.0
36	Clorbromuron	6.0	1.5	2.2	2.5	3.0	0.0
37	Bromacil	0.5	1.0	1.0	1.5	0.0	0.0
38	Bromacil	1.0	2.5	1.5	3.5	2.0	0.0
39	Bromacil	2.0	2.0	2.0	5.5	6.8	6.0
40	Cloramben	2.0	1.5	1.0	2.5	0.0	0.0
41	Cloramben	4.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0
42	Cloramben	8.0	1.0	0.2	1.5	2.5	2.0
43	Norea + Diuron	1.11 + 0.5	1.0	1.5	2.8	0.5	0.0
44	Norea + Diuron	2.22 + 1	1.0	1.5	3.5	2.0	1.5
45	Norea + Diuron	4.44 + 2	1.0	1.8	4.5	2.5	2.0
46	Ametrina	2.0	1.5	1.5	2.5	0.0	0.0
47	Ametrina	4.0	2.0	1.2	2.0	0.0	0.5
48	Ametrina	8.0	0.8	1.5	4.2	5.0	4.0
49	Cianazina	2.0	3.2	1.5	1.8	0.0	0.0
50	Cianazina	4.0	1.5	1.5	2.0	0.0	0.0
51	Cianazina	8.0	1.8	1.0	3.0	0.0	0.8

¹ 0 = Planta sana; 10 = planta muerta.

CUADRO 11. (Continuación).

Herbicida	Dosis (kg i.a./ha)	Índice de daño ¹				
		30	45	60	90	110 días
52. Bentiocarbo	3.0	2.0	0.8	2.0	0.0	0.0
53. Bentiocarbo	6.0	2.5	1.5	3.0	0.0	0.0
54. Bentiocarbo	12.0	3.8	1.5	3.5	0.0	0.0
55. Karbutilate	2.0	1.5	2.2	7.2	6.8	6.0
56. Karbutilate	4.0	1.8	2.5	8.0	9.0	8.0
57. Karbutilate	8.0	2.0	3.8	9.0	10.0	9.8
58. Terbutrina	1.0	1.0	0.8	3.2	0.0	0.0
59. Terbutrina	2.0	1.2	1.2	3.8	4.0	1.8
60. Terbutrina	4.0	1.5	2.2	4.8	4.5	0.5
61. Prometrina	2.0	1.0	1.8	3.5	1.8	0.5
62. Prometrina	4.0	1.5	2.0	4.0	2.0	0.5
63. Prometrina	8.0	1.8	2.8	5.5	5.5	4.8
64. Diuron	1.5	1.2	1.0	1.0	0.0	0.0
65. Diuron	3.0	1.8	0.8	1.5	0.0	0.0
66. Diuron	6.0	1.5	1.5	3.5	2.5	0.0
67. Testigo	—	1.0	0.8	1.8	0.0	0.0
68. Testigo	—	1.0	0.5	0.5	0.0	0.0

¹ 0 = Planta sana; 10 = planta muerta.

tas, se considera que este cultivo es susceptible a una competencia precoz con las malezas. Una vez que se ha "cerrado" el follaje, es decir, que ha formado una cubierta sobre el terreno, las prácticas de control de malezas dejan de ser, en general, necesarias. Sin embargo, la mayoría de las variedades demoran unos tres o cuatro meses para cerrarse y en consecuencia, pueden ser afectadas por la competencia de malezas durante un largo período de tiempo.

Para determinar el período exacto en el cual la competencia de las malezas es más agudo, se está haciendo un ensayo en el cual se deshierba en serie, a mano, los lotes experimentales sembrados con dos cultivares de yuca, el CMC 84, que tiene una planta baja, y el CMC 39, que es más alto y vigoroso. Es lógico suponer que, para cada cultivar, existen diferentes períodos críticos en los cuales no hay malezas presentes con el cultivo y que por tal razón, producen máximos rendimientos en relación con sus características de vigor y de hábitos de crecimiento.

Las malezas que se presentaron en este experimento fueron: *Cyperus rotun-*

us, *Sorghum halepense*, *Rottboellia exaltata* e *Ipomoea* sp. Los surcos tenían un metro de ancho y las plantas se sembraron con espacios de un metro.

Aunque los datos sobre rendimientos aún no se tienen, las cifras relacionadas con la altura de las plantas a los 160 días de la siembra y en relación con el número y la época en que se hizo la deshierba manual, presentan información de mucho interés cuando se los comparan con las alturas obtenidas con aplicaciones de productos químicos (Fig. 32).

Fue imposible obtener plantas más altas en los lotes que se deshierbaron manualmente en comparación con las que crecieron en los lotes desmalezados químicamente (Fluometuron, 3 kg/ha preemergente y Paraquat, 0.5 por ciento v/v, en aplicaciones postemergentes). Se necesita un mínimo de dos limpiezas para obtener un desarrollo máximo. La limpieza de yuca a los 15 días después de la siembra puede causar mayores daños a las plántulas que las limpiezas posteriores (a los 30 ó 60 días).

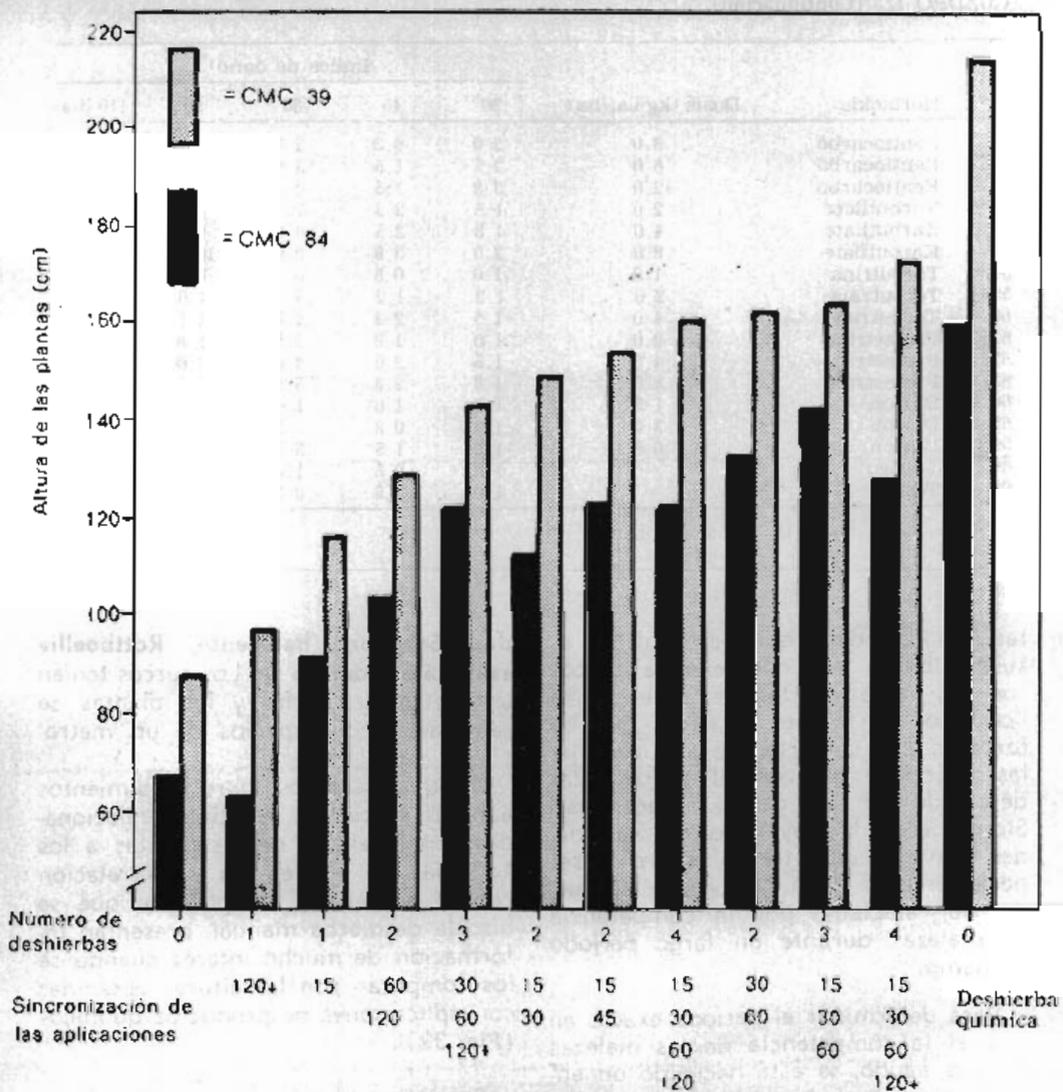


Fig. 32. Efectos del número y de la sincronización de las deshierbas hechas a mano sobre la altura de las plantas de yuca, 160 días después de haberse sembrado las variedades CMC 39 y CMC 84, en comparación con la aplicación de herbicidas (el signo + indica que las deshierbas fueron continuadas hasta la cosecha).

ALMACENAMIENTO

Almacenamiento de raíces frescas*

Se está investigando lo que sucede a las raíces de la yuca después de haber

sido cosechadas, con el propósito de diseñar técnicas para extender lo más posible el período de almacenamiento de las raíces frescas de la planta. Aunque se considera que las técnicas de refrigeración y de aplicación de parafina pueden aumentar en forma satisfactoria el período de almacenamiento de las raíces frescas, la investigación

* Este trabajo lo está efectuando el Dr. R. Booth, del Instituto de Productos Tropicales, de Londres, durante su estada de un año en el CIAT.

Sintomas típicos:

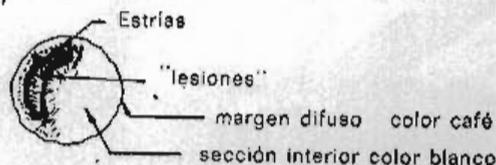
A. Aparición de estrías

Estrías color azul/negro/café



La evaluación de la deterioración se basa en observaciones hechas en cortes superficiales y transversales hechos en raíces sin corteza.

B. "lesiones" necróticas
sección interior color blanco



$$\text{Índice de deterioro} = \frac{\text{Puntaje total de la muestra} \times 100}{(\text{Número de raíces en la muestra} \times 4)}$$

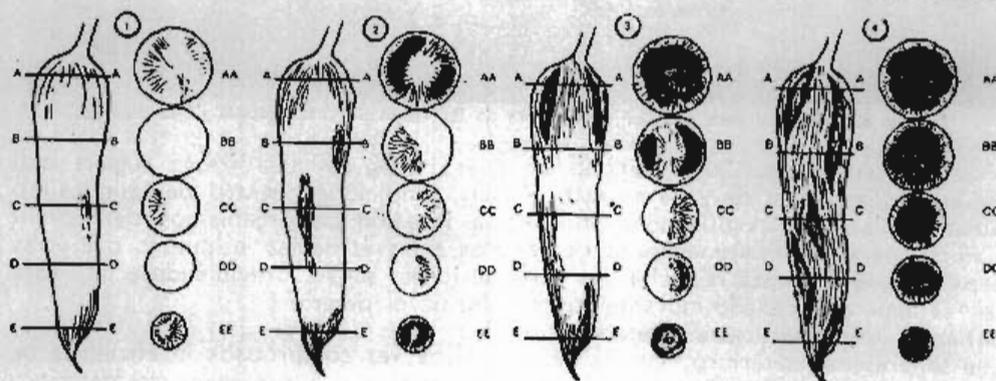


Fig. 33. Escala de evaluación del deterioro que sufren las raíces de yuca durante el almacenamiento. Los síntomas del deterioro progresivo aparecen según cuatro grados consecutivos. (1 = moderado; 4 = severo).

actual se encamina a encontrar métodos simples, de bajo costo, para resolver este problema a nivel rural.

Se hizo un estudio detallado de la naturaleza, ocurrencia, síntomas y avance del deterioro que presentan las raíces de yuca fresca después de su cosecha. Con base en esta investigación se ha preparado un diagrama que ayude en la evaluación del deterioro (Fig. 33).

El efecto que se logra con varios productos químicos en retrasar el deterioro

de las raíces ha sido estudiado mediante la aplicación de una técnica que consiste en hacer cortes transversales de la raíz y asociar los daños encontrados en tales cortes con el aspecto que presenta la raíz sin cortar. Los resultados indican que los esterilizantes superficiales pueden retardar significativamente este deterioro (Foto pág. 85). Las observaciones hechas en raíces deterioradas muestran una estrecha relación entre los daños mecánicos que sufren las raíces y el principio del deterioro de las mismas.



Sistema experimental para estudiar el deterioro de las raíces de yuca después de la cosecha.

Se está estudiando la posibilidad de almacenar las raíces de yuca en estructuras similares a las utilizadas en Inglaterra para el almacenamiento de la papa (Fig. 34). Hasta la fecha, las raíces se han almacenado durante cinco semanas utilizando este método sin que se presente deterioro; parece existir buenas posibilidades de alargar éste período de almacenamiento.

Las observaciones hechas sugieren la posibilidad de que el rápido deterioro posterior a la cosecha es debido a la invasión de organismos epifíticos que se encuentran presentes en la superficie de la raíz, los cuales penetran al interior de ésta a través de heridas. Estos organismos, que hasta el momento no han sido caracterizados, no invaden normalmente las raíces sino que penetran cuando éstas sufren algún daño, causando estriamiento vascular, decoloración y necrosis.

El éxito inicial que se ha obtenido con el uso de estos silos para almace-

nar raíces de yuca fresca sugiere que las condiciones dentro del silo evitan la invasión de organismos deteriorantes a través de las lesiones o que éstas lesiones sanan previniéndose en esta forma el deterioro.

Una vez comprobada la eficiencia de los silos en la supresión del deterioro de raíces de yuca, esta técnica podría proporcionar un método simple y de bajo costo para el almacenamiento de la yuca fresca en el campo.

Secamiento con luz solar*

Se condujo una investigación para estimar cuantitativamente los mecanismos físicos que son básicos en el control de la desecación de las partículas de yuca, con énfasis en el secamiento logrado bajo condiciones ambientales naturales. Los principios teóricos que

* Esta investigación forma parte del trabajo de campo para la tesis doctoral de Gonzalo Roa, en la Universidad Estatal de Michigan.



Las raíces de yuca permanecen en buena condición después de ocho semanas de almacenamiento en hoyos recubiertos con paja de arroz y tierra.

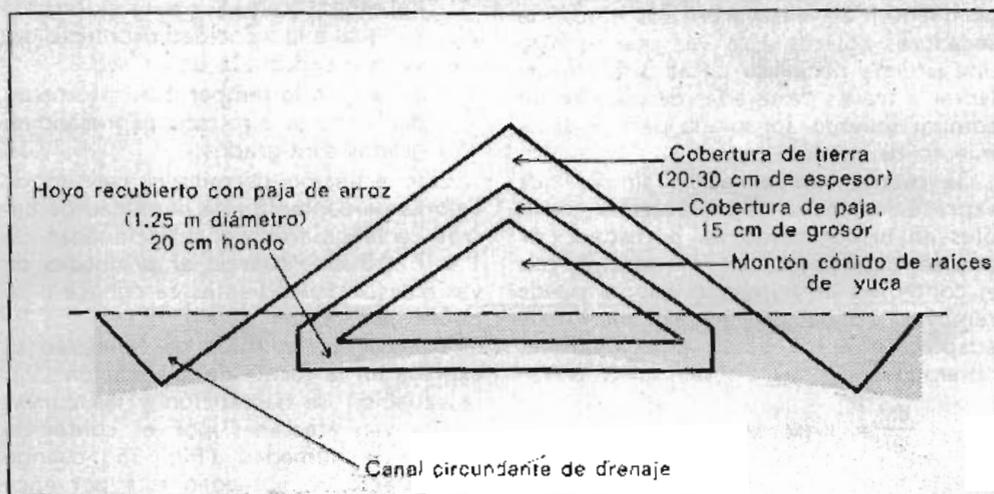


Fig. 34. Corte transversal de un depósito para almacenar raíces de yuca en el campo.

actualmente se sustentan en relación con la desecación de productos biológicos fueron aplicados con éxito en el diseño de experimentos y en la explicación matemática de la influencia que ejercen las variables independientes en

las características de desorción* de las partículas de yuca.

* En la terminología actual sobre fisiología vegetal no existe todavía una palabra en español que equivalga a la palabra inglesa, *desorption*. Por tal razón hemos acuñado el término "desorción". (N. del Ed.).

Se construyó una prensa cortadora, de operación manual, para producir barras rectangulares de un centímetro cuadrado de corte y de longitud variable. El aparato corta aproximadamente 30 kg por hora pero podría modificarse para obtener mayores rendimientos, si fuese necesario.

Se modificó una cortadora de disco, ampliamente utilizada en algunos países productores de yuca, con el propósito de experimentar con diferentes tipos de "patacones" (tajadas de grosor no uniforme y longitud variable, o bien, tajadas uniformes y con un diseño geométrico similar al de las barras rectangulares). Esta máquina produce rendimientos de 300 kg por hora, cuando se opera a mano empleando un mecanismo de pedal de bicicleta, o bien, 600 kg por hora, cuando se utiliza con motor de gasolina o con el tomafuerza de un tractor.

Los ensayos de campo consistieron en el secamiento de partículas de yuca en parrillas horizontales de alambre, las cuales se elevan del suelo durante el experimento. Se ensayaron dos tipos de secadores solares a la vez que se hizo una prueba haciendo pasar aire sin calentarse a través de tajadas de yuca en un compartimiento apropiado para el secamiento de granos.

Se diseñó una ecuación simple que expresa las tasas de desecación (cambios en el contenido de humedad por unidad de tiempo) en proporción con el contenido de humedad que se puede remover (Ecuación 1) y que tiene adaptación a los datos experimentales obtenidos.

$$\frac{dM}{dt} = -K (M - M_{eq}) \quad (1)$$

Donde:

M, es igual a contenido de humedad, sobre base seca

t, es igual a tiempo, en horas

K, es igual a constante proporcional

M_{eq} es igual a equilibrio de contenido de humedad, base seca.

Una regresión lineal múltiple indicó que el secamiento de la yuca es primordialmente sensible a cambios de temperatura del aire (bulbo seco) y en menor grado, al viento. La radiación solar no influye en el secamiento natural de la yuca en forma directa debido a su superficie con alto poder de reflexión. La humedad absoluta tuvo muy poca influencia. (Bajo condiciones experimentales, el contenido absoluto de agua en el aire varió de 0.012 a 0.019 g/g y este factor, en áreas más húmedas, puede ser de importancia). Los resultados de la regresión se resumen en la ecuación (2):

$$\frac{M - M_{eq}}{M_i - M_{eq}} = e^{-Kt} \quad (2)$$

$$K = 0.01 [49.8 + 1.51 D + (4.07 - 3.38 \times 10^{-7} D^{-0.8}) W + 6.54 D^{-0.654} T] \quad (3)$$

Donde:

M_i , es igual al contenido inicial de humedad, base seca

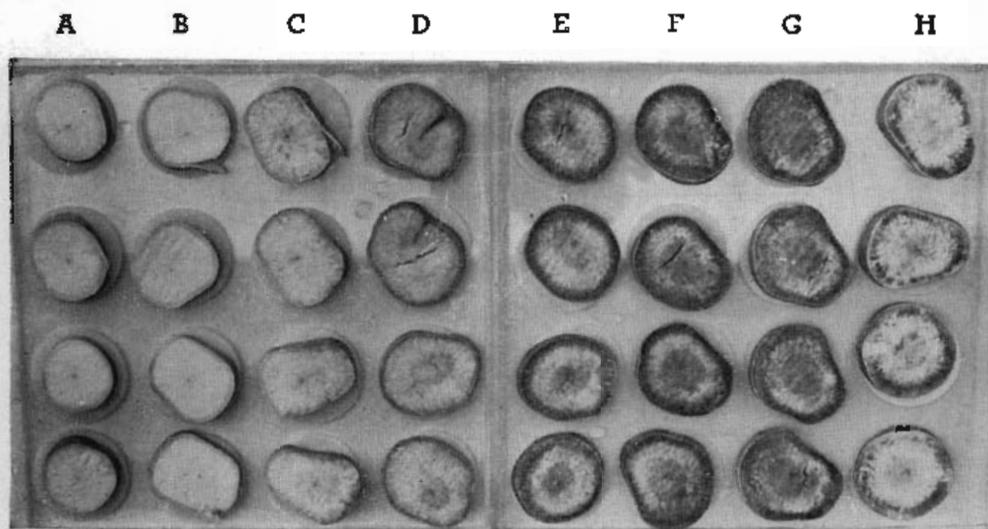
D, es igual al peso de yuca fresca por unidad de superficie expresada en kg/m^2

W, es igual a la velocidad promedio del viento, expresada en m/seg .

T, es igual a la temperatura promedio del bulbo de aire seco, expresado en grados centígrados.

Esta ecuación permite el cálculo de valores de contenido de humedad de barras rectangulares no seleccionadas de $1 \times 1 \times 5 \text{ cm}$, cuando el promedio de variables independientes se conoce o se puede predecir.

Cuando el contenido de humedad se expresa en la forma de la ecuación (2), la ecuación de desorción y las curvas no se ven afectadas por el contenido inicial de humedad (Fig. 35) cuando el contacto de humedad está por encima de la base húmeda de un 20 por ciento. Esta circunstancia resultó muy útil al hacer el análisis de la curva de desorción en la cual las diferencias del contenido inicial de humedad eran del orden del 10 por ciento en base húmeda, debido a las diferencias en la edad de la yuca, la variedad y la posición de las partículas a lo largo de la raíz.



Alcohol comercial (diluciones indicadas en leyenda al pié).

Distintas concentraciones de alcohol comercial producen diferentes niveles de deterioro de la yuca (cortes de raíz de igual grosor sumergidos a diferentes diluciones de alcohol).

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| A. Testigo | E. Inmersión en alcohol al 10% |
| B. Inmersión en agua | F. Inmersión en alcohol al 20% |
| C. Inmersión en alcohol al 1% | G. Inmersión en alcohol al 40% |
| D. Inmersión en alcohol al 5% | H. Inmersión en alcohol al 60% |

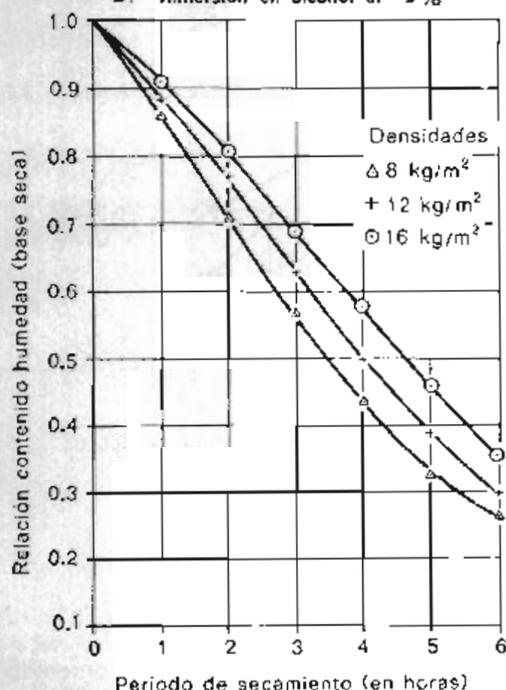


Fig. 35. Curvas de desorción en el secamiento natural de las raíces de yuca.

La influencia de las condiciones ambientales en las tasas de secamiento se pueden observar en la Fig. 36. La sección inferior de esa figura muestra las variables ambientales observadas. El valor experimental de K , calculado por medio de la ecuación (1) y expresado en su forma finita, aparece en la parte superior de la misma figura.

Los valores experimentales de K y los cálculos utilizando la expresión (3) se comparan en la Fig. 37. La desviación estándar de estas observaciones es de 0.03 con un valor medio de 0.20. El error estimado en el valor experimental de K debido a mediciones de campo es de 0.02. Estas cifras permiten estimar con un margen de \pm un 4 por ciento el contenido de humedad, en base húmeda, después de 8 horas de desecación natural.

Fue posible secar en forma segura 20 kg/m² de yuca fresca en parrillas de alambre colocadas a cierta altura del suelo, con temperaturas de aire de 30°C

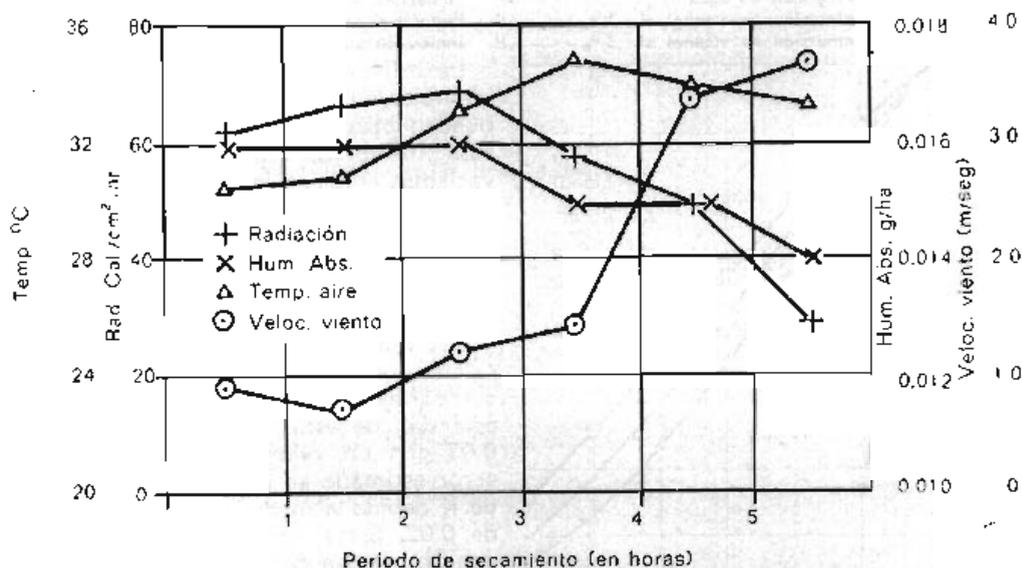
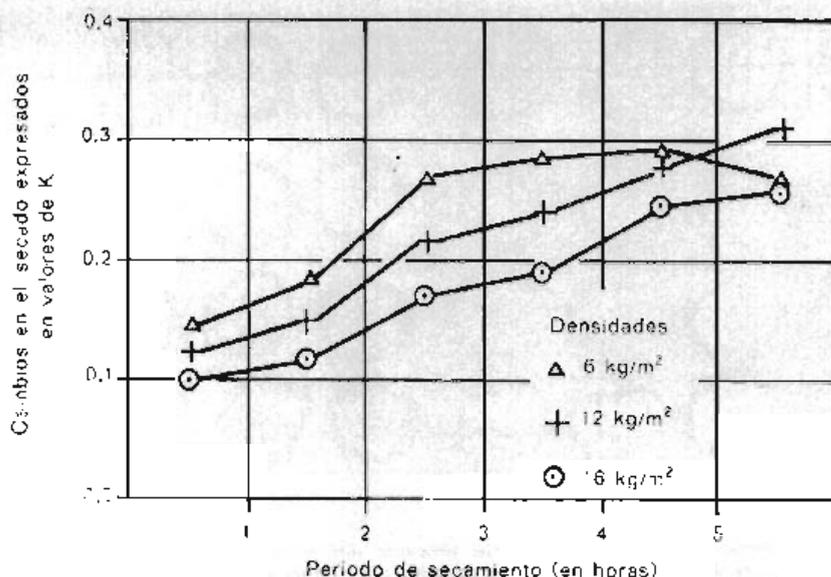


Fig. 36. Influencia de las condiciones ambientales en el secamiento natural de la yuca.

y velocidades de viento de 1 m/seg. El proceso de secamiento hasta llegar a un contenido de humedad de 15 a 13 por ciento, en base seca, se demora de 2 a

4 días. También ocurre algo de secamiento nocturno cuando el contenido de humedad de las raíces es de 20 por ciento o más.

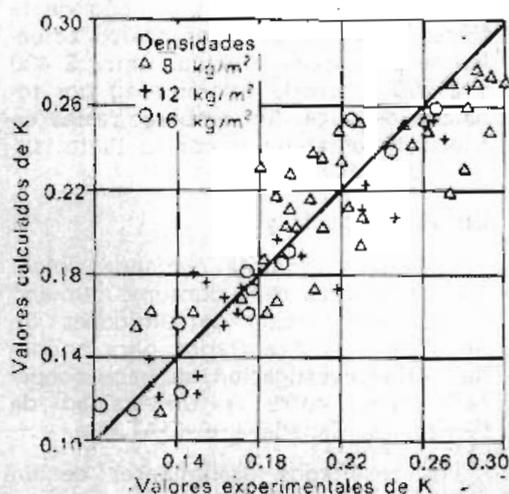


Fig. 37. Comparación de los valores de K, experimentales y calculados.

Desde un punto de vista práctico, las barras o trozos rectangulares de 1 x 1 x 5 cm resultaron geoméricamente mejores entre todas las ensayadas en el estudio. El espacio vacío, que es relativamente alto, entre las partículas (aproximadamente de 55 por ciento), permite que el aire natural circule y desaloje el aire saturado. Con este procedimiento se logra que las barras secas no se resquebrajen fácilmente y produzcan adelgazamientos indeseables. Se ensayaron otros cortes geométricos: pequeños patacones (tajadillas no uniformes de 1 a 12 cm de largo y de 0.1 a 0.17 cm de espesor); tajadas grandes (cortes no uniformes de 1 a 12 cm de largo y 0.2 a 1.2 cm de espesor); y rebanadas (cortes uniformes de 0.3 cm).

Si existen condiciones ambientales adecuadas para el secamiento natural, el remover la masa que se desea secar en períodos determinados de tiempo, no acelera el proceso de secamiento de las partículas de yuca en forma significativa. Esto obedece a que la superficie blanca de los cortes de yuca tienen un alto índice de reflexión de la luz solar.

Los secadores solares que se han ensayado no se recomiendan para secar yuca porque la ventaja que tienen sobre el proceso natural de secamiento es válida solamente cuando la intensidad de la irradiación es muy alta.

El secamiento de la yuca en cámaras de secamiento de granos con ventilación forzada, es un proceso muy difícil si se utilizan corrientes de aire a baja altura debido a las grandes diferencias que existen en las presiones estáticas causadas por la falta de uniformidad de la masa que se desea secar y por el elevado grado de contracción (casi un 30 por ciento del volumen inicial) que se produce al secar la yuca de 65 por ciento a 14 por ciento, en base húmeda. Esta contracción de la masa produce un secamiento disparejo y deterioro del producto final obtenido.

ECONOMIA AGRICOLA

El trabajo efectuado en 1972 se enfocó, primero, hacia una descripción de los sistemas de producción existentes en Colombia con sus respectivos costos de producción y segundo, hacia el estudio de los factores económicos involucrados en la utilización de la yuca.

Descripción de los sistemas de producción

Se hizo una encuesta en el medio rural entre 330 productores de yuca en diversas regiones de Colombia. Se utilizó un sistema de muestreo estratificado en un intento por obtener información que se esperaba fuese representativa de los diferentes sistemas de producción que operan en ese país. Los objetivos de la encuesta eran: describir los sistemas de producción actual y estimar los costos de ésta y de empleo de mano de obra en la actividad bajo los diferentes sistemas de producción. Aun cuando el análisis de los datos no se ha completado aún, se pueden adelantar algunos resultados preliminares.

Casi la mitad de los productores de yuca incluidos en la encuesta tenían sembradas menos de dos hectáreas de yuca, mientras que sólo un 13 por ciento sobrepasaba las 10 hectáreas. Un poco más de la mitad de dichos productores hacen siembras asociadas con otros cultivos. El cultivo más frecuentemente asociado con el de yuca fue el maíz, siguiéndolo en su orden el plátano, el ñame, el café y el frijol. Una gran proporción de las fincas (22 por ciento) sembraban yuca asociada con más de un cultivo.

Se encontró una gran variación en la población de plantas por hectárea. La mayoría de los productores que cultivan yuca en tierras planas, a excepción de la región costanera del norte, mantienen una población de 10.000 a 15.000 plantas por hectárea, en tanto que en la costa norte la población es mucho más baja (4.000 a 12.000). Los productores en las regiones con terrenos inclinados conservan un promedio de población de plantas de 6.000 a 12.000, en la mayoría de los casos. El ciclo del cultivo varía de región a región. Se encontró que el ciclo más común era de 12 a 14 meses.

El uso de insumos adquiridos fue bastante bajo. Sólo un cinco por ciento de los agricultores entrevistados empleaban fertilizantes y un 31 por ciento, usaba insecticidas. Aproximadamente, dos tercios de los agricultores preparaban la tierra en forma manual, un seis por ciento empleaba la tracción animal y un 27 por ciento empleaba una forma más mecanizada. En todas las fincas la siembra y la cosecha se efectuaba manualmente. Ninguno de los agricultores utilizó control químico de malezas. La mayoría de los agricultores limpiaba tres veces el campo de cultivo de yuca durante el ciclo vegetativo.

Los datos obtenidos están siendo sometidos a análisis en relación con la utilización de mano de obra y con los costos de producción por actividad específica, dentro del proceso de produc-

ción y con base en el tamaño de la finca. Aparentemente los costos actuales de producción fluctúan entre \$ 400 y \$ 700 (moneda colombiana) por tonelada de yuca. Sin embargo, estas cifras son tentativas y por lo tanto, sujetas a revisión.

Utilización de la yuca

Está en estudio la demanda potencial de la yuca para consumo humano y para elaboración de almidones industriales y concentrados para animales; esta investigación se hace cooperativamente entre la Universidad de Guelph, en Canadá, y el CIAT.

Los resultados preliminares de un análisis de factibilidad económica para lograr una sustitución parcial del trigo en la elaboración del pan en Colombia, sugieren que dicha sustitución no sería económicamente conveniente teniendo en cuenta los precios actuales de la yuca y del trigo. Si el precio del trigo permanece constante, el precio de la harina de yuca tendría que reducirse aproximadamente en un 50 por ciento para que la sustitución sea rentable a los panaderos. Si el costo actual de mercadeo y de procesamiento por tonelada no se puede reducir, el precio de la yuca fresca tendrá que reducirse de \$ 1.700 por tonelada a \$ 190 por tonelada*. Sin embargo, es muy probable que el costo de procesamiento se reduzca si la cantidad de harina de yuca aumenta. Hasta ahora, el grado hasta el cual los costos de procesamiento de la yuca pueden reducirse, no está muy definido; sin embargo, estos costos constituyen una porción principal del costo total de producción.

Si se considera el monto de la salida de divisas por concepto de importación de trigo (o de harina de trigo) la sustitución parcial de este artículo en la elaboración del pan puede llegar a influenciar considerablemente el balance de divisas. Se está analizando la factibilidad económica del remplazo parcial

* En 1972, el peso colombiano valía US\$ 0.045, o sea, US\$ 1.00 = 22 pesos.

de las importaciones de trigo en otros países de América Latina y las implicaciones que pueda tener tal remplazo en el mercado de divisas extranjeras, así como el efecto que tal remplazo podría tener en los ingresos del sector agropecuario y en la economía doméstica.

También se está estudiando la factibilidad económica de emplear la yuca como fuente de energía para los cerdos. Algunos resultados preliminares se presentan en la sección "Sistemas de Producción de Porcinos", en el presente informe.

Tendencias recientes en la producción y rendimientos del cultivo de yuca

Se hizo un análisis de la producción mundial de yuca y de las tendencias que se registran en cuanto al rendimiento de las plantaciones, durante el período 1960-1968, utilizando como base la información obtenida a través de fuentes de referencia secundarias. Este análisis sugiere una tendencia hacia el aumento en la producción de aproximadamente dos millones de toneladas por año durante el mencionado período. El aumento en la producción fue consecuencia del aumento del área cultivada; este aumento fue de casi 200.000 hectáreas por año. Los rendimientos mundiales promedio, los cuales son de aproximadamente nueve toneladas por hectárea, no muestran haber sufrido cambios significativos durante el período.

Los mayores aumentos en la producción se obtuvieron en África y en América del Sur. El aumento en la producción mundial de yuca siguió el mismo ritmo de la población en los países productores de yuca; sin embargo, en dichos países el consumo de yuca **per capita** permaneció constante.

ADiestRAMIENTO

Antes de 1972 se había brindado adiestramiento en el programa de yuca

a muy pocas personas (dos becarios internos posgraduados y dos becarios para investigación). Esta circunstancia se debió principalmente a la limitación en el número de técnicos asignados al programa de yuca del CIAT, así como a una epifitotia bacteriana aparecida en los terrenos de la sede del Centro. Después del nombramiento de un coordinador del programa, de tiempo completo, se integró un equipo técnico el cual inició las labores que requiere el diseño de sistemas para la producción de yuca. Este equipo buscó y localizó candidatos bien calificados para recibir adiestramiento como becarios. Esto permitió que en 1972 nueve internos posgraduados, dos candidatos al doctorado y dos becarios especiales recibieran adiestramiento.

Además, tres becarios que se especializaron en el campo fitosanitario incluyeron en sus programas de adiestramiento el cultivo de yuca.

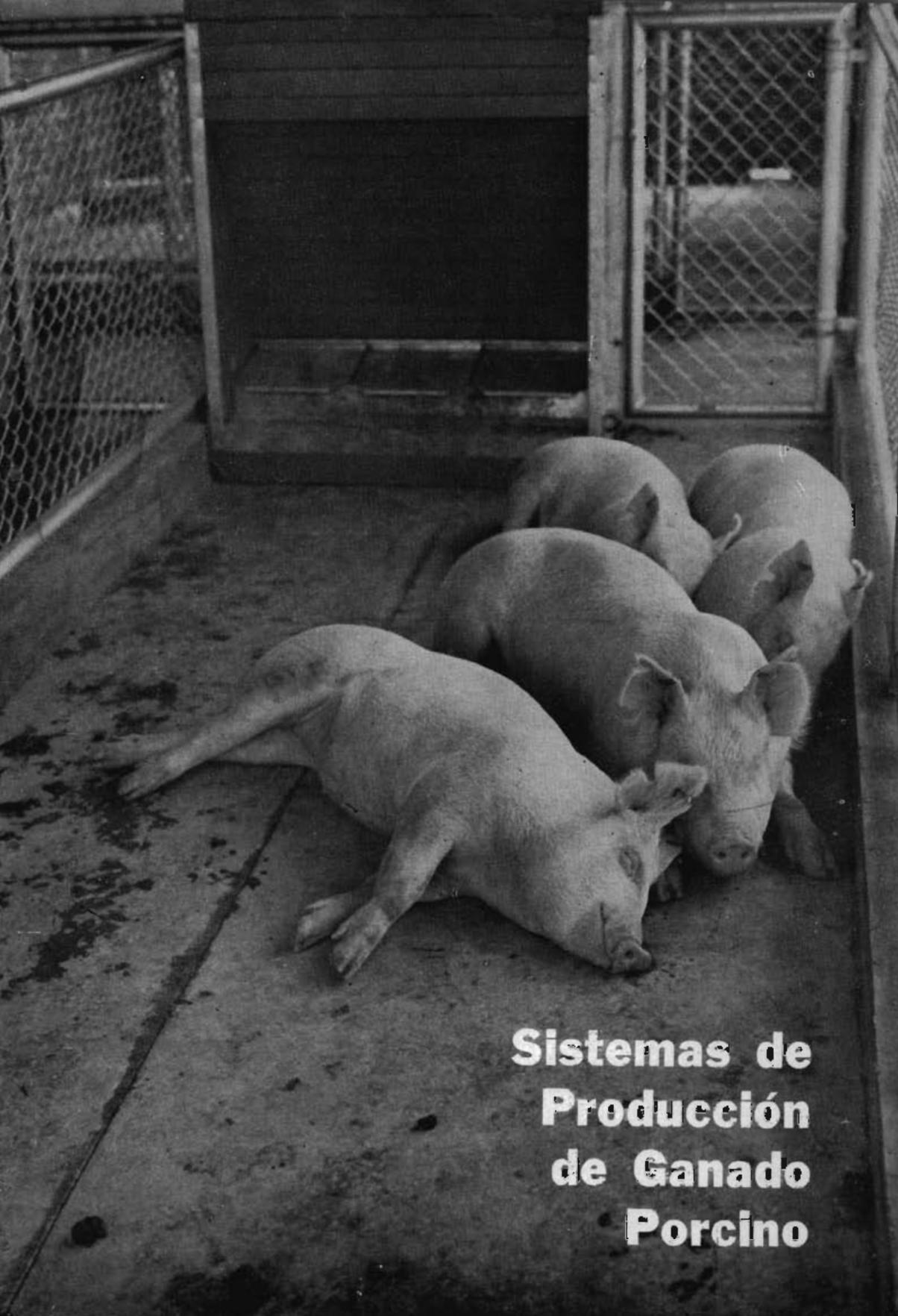
En los mencionados grupos de becarios ha habido representación de Colombia, Perú, Estados Unidos e Inglaterra. Ya se han seleccionado profesionales de Ecuador y Venezuela para iniciar su adiestramiento en los primeros meses de 1973.

CONFERENCIAS

En cooperación con las organizaciones denominadas Canadian Development Agency e International Development Research Centre, ambas con sede en Canadá, el CIAT invitó a más de 40 técnicos procedentes de 15 países a viajar a Cali, con el propósito de que participaran en una conferencia con el fin de revisar el programa de yuca del CIAT (Cassava Program Review Conference). Esta reunión se celebró en enero. Estos participantes contribuyeron a diseñar el programa de yuca que desarrolla el CIAT y también sugirieron medios para estimular el interés de otras instituciones en colaborar en esfuerzos cooperativos tendien-

tes al mejoramiento de este cultivo. Cada participante presentó un documento de trabajo que sirvió como base para orientar las discusiones y a la vez, hizo un resumen del estado en que se encuentra la investigación sobre el cultivo

de la yuca en su área respectiva. Los países representantes fueron: Brasil, Canadá, Colombia, Estados Unidos, Escocia, Francia, Holanda, India, Inglaterra, Madagascar, México, Puerto Rico, Sierra Leona y Trinidad.



**Sistemas de
Producción
de Ganado
Porcino**

En 1972 el Programa de Porcinos tuvo un proceso de integración en el cual se dio énfasis al mejoramiento de la producción de cerdos en pequeñas fincas de subsistencia. Con este objetivo se evaluaron fuentes de proteína que pudieran ser cosechadas y utilizadas en fincas del trópico. Como complemento de la explotación porcina a nivel de finca de subsistencia, se estudiaron las posibilidades económicas de las explotaciones porcinas comerciales y de tipo doméstico y las proyecciones de un amplio desarrollo de programas de porcinos a nivel nacional.

SISTEMAS DE PRODUCCION EN FINCAS PEQUEÑAS

En 1971 se iniciaron estudios para determinar, por medio de encuestas de campo, el nivel existente y la eficiencia de producción, las prácticas pecuarias, los problemas de sanidad y los sistemas de alimentación y de mercadeo relacionados con la producción de porcinos en fincas pequeñas. Con base en los datos obtenidos en estos estudios se hicieron esfuerzos para introducir nueva tecnología a los sistemas de producción adaptados a las condiciones existentes en Caacotal en la costa norte de Colombia. Esta población está situada a una altitud de 25 m sobre el nivel del mar y recibe un promedio de 1.115 mm de precipitación anual durante los siete meses de la estación lluviosa. La temperatura promedio es de 32°C. La población está constituida por unas 90 familias que viven básicamente de las cosechas que producen y de los ingresos obtenidos de un limitado trabajo por hora. Los propietarios de las fincas cultivan tradicionalmente maíz, ñame y yuca. Cuando el maíz germina, siembran una parte del tubérculo de ñame adyacente al maíz, en tal forma que el

tallo de la planta de maíz sirva de soporte a la enredadera del ñame. Poco tiempo después, se siembran estacas de yuca en los espacios que quedan. Además, cultivan algunos plátanos y ocasionalmente siembran arroz. Las leguminosas, rara vez cultivadas, no forman parte del sistema tradicional.

Los cerdos son mantenidos en la finca como una fuente de ahorro. Los animales vagan libremente por los campos y por el pueblo, buscando alimentos tales como pasto, basura, lombrices, frutas caídas y heces de humanos y animales. Cuando hay disponibilidad de maíz común, yuca y plátanos de desecho se utilizan en la alimentación de cerdos; además, ocasionalmente se les suministra una pequeña cantidad del suero que queda de la fabricación casera del queso.

Las marranas son servidas por reproductores que deambulan libremente. La consanguinidad es frecuente y los animales muestran muy poco mejoramiento genético. En tiempo de parición, el campesino ata a la marrana cerca de la casa, para prevenir el nacimiento de los lechones muy lejos de la finca.

Con dietas deficientes durante la gestación y la lactancia, la marrana produce poca leche después de los 14 ó 21 días. En poco tiempo, tanto la madre como los lechones están en malas condiciones físicas. Cuando cesa la producción de leche de la marrana, los lechones obtienen su alimento donde lo encuentran disponible. De los 300 cerdos estudiados en un año, pocos pesaban más de 20 kg a los seis meses o más de 60 kg entre los 9 y los 18 meses.

Durante los 15 meses transcurridos desde la iniciación del proyecto, se han

presentado dificultades para aplicar la tecnología disponible a sistemas de producción que sean aceptables y prácticos para los campesinos. El nivel de educación, el capital disponible, la escasez de suplementos (vitaminas, minerales y proteínas) y las tradiciones establecidas, presentan obstáculos de gran magnitud para la aplicación de los conocimientos existentes y para alcanzar un mejoramiento rápido en la producción porcina.

Se organizó una demostración para los campesinos en la cual se mostró un programa completo de producción; sin embargo, aceptaron y pusieron en práctica solamente algunos segmentos de este programa. Esta experiencia sugirió la necesidad de introducir paulatinamente las prácticas probadas, como una ayuda a la producción porcina existente. Por ejemplo, se introdujo la cría en confinamiento y el tratamiento con drogas para controlar los parásitos internos. Se introdujo también el suministro de vitaminas, minerales y suplementos proteicos para corregir las deficiencias nutricionales. La demostración indicó claramente que los cerdos existentes en la zona, alimentados según los sistemas tradicionales, ganaron solamente un promedio de 4 kg cada uno en 56 días y requirieron 9.4 kg de maíz con un costo de \$ 18.80 (Col.) para producir un kilogramo de aumento de peso vivo el cual tiene un valor de \$ 8.50 a \$ 9.50. Los cerdos alimentados bajo el sistema mejorado aumentaron un promedio de 26 kg durante el mismo período y requirieron 2.6 kg de dieta mejorada con un costo de \$ 7.48 (Col.) para producir un kg de aumento de peso.

Aunque este sistema mejorado no produzca un gran ingreso en relación con el costo del alimento, demuestra sin embargo la magnitud del mejoramiento (650 por ciento) que puede llevarse a cabo con inversiones mínimas y con cambios en el manejo y en la alimentación. Los cambios en la producción deben estar acompañados por cambios en los sistemas y prácticas de mercadeo

para obtener mejores precios por la venta de los animales.

Los rendimientos mejorados pueden ser obtenidos utilizando las fuentes de alimento disponibles localmente, tales como la torta de algodón, el pescado de agua dulce, harinas de sangre y de carne, y los subproductos del arroz. La introducción y utilización de estos productos requerirá, sin embargo, la consecución de agentes de ventas locales o el establecimiento de cooperativas para la distribución de los mismos, la disponibilidad de crédito para la compra de estos ingredientes y el adiestramiento de los campesinos en la preparación de dietas.

Para aumentar las fuentes de proteína disponibles en Cacaotal, se sembró un lote de demostración con 42 variedades de cinco especies de leguminosas. Esta demostración incluyó soya, frijón, frijón mungo, caupí y guandul. De las leguminosas sembradas, solamente el caupí y el guandul produjeron semilla, la producción de caupí fue superior a la del guandul tanto en la rapidez de maduración como en la cantidad total de semillas. El aumento en la siembra de caupí debe tener un efecto positivo en la disponibilidad de proteína.

Desde que se realizaron demostraciones de mejor manejo y alimentación y de siembra de leguminosas, muchos campesinos han adoptado la práctica de alimentación en confinamiento y han sembrado áreas apreciables de caupí; algunos obtuvieron la semilla en los lotes de demostración. La adopción de la cría en confinamiento para reducir las pérdidas causadas por parásitos requiere la adopción simultánea de prácticas mejoradas de alimentación ya que los cerdos no dispondrán de ninguna otra fuente alimenticia (pastos, raíces silvestres, etc.).

El alto costo de los alimentos y las prácticas ineficientes de producción se combinan para convertir la producción porcina de las fincas pequeñas en un

riesgo marginal aún en las mejores circunstancias; sin embargo, entre el 80 y el 90 por ciento de los 100 millones de cabezas de cerdos en América Latina se producen bajo estas condiciones. Un mejoramiento de 650 por ciento en la producción y una reducción de 260 por ciento en el alimento requerido por kilogramo de aumento de peso tendría un impacto muy significativo en la cantidad de carne de cerdo disponible y de alimento ahorrado.

ALIMENTOS Y SISTEMAS DE ALIMENTACION

El alto costo de los alimentos y la falta de fuentes adecuadas de proteína continúan reduciendo el potencial económico de la producción de cerdos en muchas áreas de las zonas bajas tropicales de América Latina. Continuamente se da énfasis a la utilización eficiente de alimentos disponibles y a la evaluación de nuevas fuentes.

Banano

Se han completado estudios detallados para establecer los factores limitantes en la utilización de bananos verdes por los cerdos, para determinar la digestibilidad de los diferentes componentes y para medir los valores de energía digestible y metabolizable de los bananos maduros y verdes, como fruta fresca y como harina. Se encontró que el limitado comportamiento de los cerdos alimentados con bananos verdes es debido al sabor desagradable de la fruta verde y a la baja digestibilidad de la proteína, ambas causadas por la presencia de taninos activos. Los valores de energía digestible y metabolizable no difirieron ni en las frutas maduras ni en las verdes. El secamiento de los bananos verdes tuvo poco efecto sobre la digestibilidad de los diferentes componentes; sin embargo, el nivel de calor requerido para secar los bananos maduros produjo caramelización (Reacción de Browning) y reducción de la digestibilidad de todos los componentes. Tanto los bananos maduros como los verdes

tuvieron un valor de energía digestible de 3100 a 3200 kcal/kg de materia seca. Con estos datos se confirmó que los bananos maduros deben ser suministrados frescos y que la harina de banano debe ser preparada con bananos verdes para obtener una máxima utilización por el cerdo.

Yuca

Continúan los estudios de evaluación de la yuca como una fuente de energía para cerdos con el fin de determinar el verdadero valor de su proteína y el efecto del ácido cianhídrico (HCN) en la nutrición y la sanidad animal. Se determinó la digestibilidad de los componentes de la yuca y los valores de energía digestible y metabolizable de la harina de yuca. Los resultados indican que la fracción de energía fue altamente digestible (3758 kcal/kg de materia seca) pero que la fracción nitrogenada representada como proteína cruda fue digestible sólo en un 40 por ciento.

Estudios hechos con ratas han demostrado que la proteína cruda tiene un equivalente del 52 al 59 por ciento del valor biológico de la caseína que es la proteína de la leche utilizada para su comparación. La tasa de crecimiento, la eficiencia de alimentación y de utilización de proteína son mejoradas significativamente con la adición de metionina, un aminoácido que es deficiente en la proteína de la yuca.

Estos estudios biológicos están estrechamente relacionados con los análisis químicos que indican que, aproximadamente, del 40 al 60 por ciento del nitrógeno presente en las raíces de la yuca se halla en forma de proteína real. Análisis más detallados sugieren que el nitrógeno presente en la forma de nitratos, nitritos y ácido cianhídrico representa menos del 1 por ciento del nitrógeno total de la raíz, quedando un saldo de 25 a 30 por ciento constituido por otros componentes nitrogenados aún no identificados.

Estos estudios confirman algunas teorías anteriormente expuestas de que el nivel de suplementación de metionina requerido para obtener máximas respuestas de la yuca es parcialmente utilizado en corregir la deficiencia de este aminoácido en la dieta. El nivel necesario de metionina aumenta a medida que se incrementa el nivel de cianuro en la dieta. La metionina es utilizada para suplementar el azufre requerido en el mecanismo de detoxificación que convierte el cianuro ($-CN$) en tiocianato ($-SCN$) el cual es excretado en la orina. Estos factores son significativos tanto en la nutrición como en la salud humana y animal.

El cianuro es letal para los animales si se ingiere en cantidades elevadas. Si no se detoxifica, puede causar degeneración de los nervios y afectar la cría cuando es consumido por las hembras gestantes. Además, el producto de detoxificación, el tiocianato, es una sustancia bociogénica que previene la asimilación de yodo por la glándula tiroides causando bocio. Se ha informado que estos dos problemas afectan a la población de África que consume grandes cantidades de yuca.

Estos problemas se han encontrado más comúnmente en situaciones de nutrición inadecuada o marginal. Bajo condiciones de nutrición adecuada, especialmente con aportes suficientes de yodo y proteína que contiene los niveles requeridos de aminoácidos, el problema es menor o no existe. Altos niveles de consumo de yuca con contenidos intermedio o alto de cianuro, aumentan el requerimiento de yodo y de metionina y reducen la utilización de estos nutrientes para las funciones metabólicas normales.

Maíz

Se ha asumido que el maíz opaco-2 puede desempeñar un papel importante en la agricultura y en la nutrición humana y animal. Debido a su nivel y balance mejorado de aminoácidos esenciales, su uso reduciría los requerimientos

de proteína suplementaria. Se han desarrollado sistemas de producción porcina basados en maíz opaco-2 que requieren sólo aproximadamente 25 por ciento de proteína suplementaria comparados con los sistemas basados en maíz normal. Sin embargo, debido a la suavidad de los granos, el almacenamiento es difícil a causa del ataque del gorgojo. Con el fin de evitar este problema se necesita producir un grano cristalino de consistencia dura. En colaboración con los programas de maíz del CIAT y del CIMMYT, se ha evaluado un maíz opaco-2 cristalino, producido en sus programas de mejoramiento. La Fig. 1 presenta los resultados obtenidos cuando se compara el grano cristalino de México con el opaco-2 (H-208) y cuando se comparan los endospermas de ambos granos en ratas. El maíz cristalino produjo aumentos de peso y una conversión alimenticia similares aunque ligeramente inferiores a aquellos de los granos enteros de opaco-2 (H-208). Sin embargo, el valor del endosperma separado de los granos cristalinos fue muy inferior al compararlo con el endosperma de los granos de opaco-2.

Estudios adicionales (Cuadro 1) indicaron que el grano entero del mexicano cristalino producido en Colombia tiene

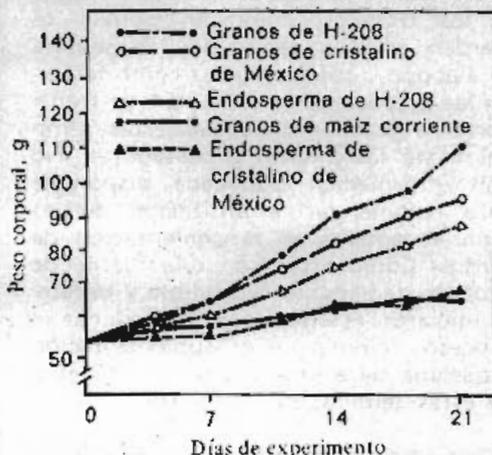


Fig. 1. Comportamiento de ratas a las que se suministró dietas experimentales que incluyeron granos enteros de maíz, endosperma de híbrido H-208 y maíz cristalino de un linaje procedente de México.

CUADRO 1. Comportamiento de las ratas alimentadas con maíz opaco-2 comparadas con selecciones de maíz mexicano opaco-2 cristalino.

Dieta	Aumento promedio diario, g	Indice alimento/aumento	PER
1. Control - caseína	4.24	3.31	3.30
2. Opaco-2 (H-208)	3.08	4.43	2.53
3. Intermedio mexicano	3.05	4.74	2.37
4. Cristalino mexicano	2.73	5.08	2.34
5. Mexicano x H-208	2.87	4.70	2.47

un valor sólo ligeramente menor que el opaco-2 (H-208). Cuando los granos cristalinos se separaron en duro intermedio (semicristalino) y en duro (cristalino) y se suministraron a las ratas, el intermedio produjo mayores aumentos de peso y mejoró la conversión de alimento, pero registró una proporción similar de eficiencia alimenticia (PER) cuando se comparó con el duro. Ambos fueron sólo ligeramente inferiores cuando se compararon con los granos de opaco-2. Un cruce entre H-208 y cristalino mexicano mantuvo un comportamiento similar al obtenido por los otros tratamientos de maíz.

Semilla de algodón

En ciertas áreas de las zonas bajas de los trópicos, como en Bolivia, se pierden grandes cantidades de semilla de algodón o son utilizadas como fertilizantes a causa de la dificultad de transportar a grandes distancias estas semillas hasta las plantas procesadoras. No hay información publicada disponible para recomendar la utilización de las semillas enteras en la alimentación de cerdos. Como estas son una fuente de proteína fácilmente disponible y barata, se iniciaron estudios para determinar el proceso mínimo y/o suplementación requerida para una utilización eficiente de estas semillas por el cerdo.

Los resultados de análisis químicos y de ensayos con ratas y cerdos indican que la semilla de algodón posee una proteína de baja calidad a causa del alto nivel de gósipol en la semilla no proce-

sada. El calentamiento por 24 horas a 80 ó 90°C después de remojada por 12-24 horas no mejoró la calidad biológica de la proteína de la semilla. Cuando se incluyó semilla cruda, remojada y tostada en las raciones para cerdos con el propósito de suministrar niveles de 33, 66 ó 100 por ciento de torta de soya suplementaria, se obtuvieron resultados poco satisfactorios aun cuando se agregó sulfato ferroso para reducir parte del gósipol libre.

Utilizando ratas, se hicieron ensayos exploratorios con la misma semilla de algodón como única fuente de proteína. Además de remojar y tostar la semilla, se agregó hidróxido de calcio y sulfato ferroso cristalino, solos o en combinación, para tratar de reducir la toxicidad del gósipol libre. Ambos componentes fueron parcialmente efectivos en reducir la toxicidad y mejorar el comportamiento de las ratas en la utilización de la semilla de algodón. Aunque el comportamiento de las ratas mejoró, los resultados con ratas que recibieron los tratamientos a base de semilla de algodón —aun con suplementación de hidróxido de calcio y sulfato ferroso— fueron inferiores al tratamiento con torta de soya, utilizado como tratamiento testigo.

Con el propósito de desarrollar un procedimiento de suplementación que pueda ayudar a los productores de cerdos a utilizar económicamente la semilla de algodón como fuente de proteína, se están continuando los estudios de nutrición con ratas y cerdos.

Guandul

Como los alimentos para cerdos, especialmente las fuentes de proteína, son costosos y escasos —en particular para los campesinos de subsistencia en áreas apartadas— se están haciendo esfuerzos para estimular la producción de alimentos proteicos que puedan ser utilizados para la alimentación humana y animal. El guandul (*Cajanus cajan*) se adapta bien al ambiente tropical y aunque no es preferido por la población humana, se consume generalmente cuando otras leguminosas comestibles son escasas o no se encuentran disponibles.

Hay poca información disponible sobre el valor proteico del guandul. Estudios previos hechos a comienzos del presente año han mostrado que el guandul crudo es altamente tóxico para las ratas y debe ser cocido para que tenga valor nutritivo. Una limitada información publicada indica que el aminoácido triptófano es el más limitante en el guandul, seguido por la metionina.

En ensayos hechos con ratas (Fig. 2) se confirmaron los resultados obtenidos previamente los cuales mostraron que el guandul debe cocinarse para poder ser utilizado eficientemente. Sin embargo, estos estudios (Fig. 3) no confirmaron los resultados publicados los

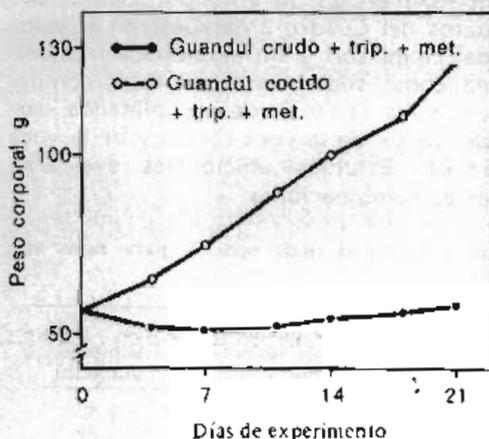


Fig. 2. Comportamiento de ratas alimentadas con guandul cocido.

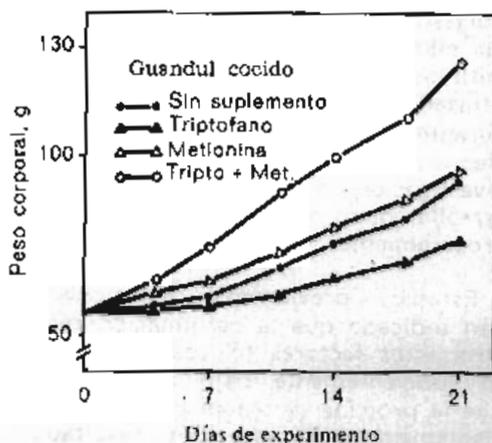


Fig. 3. Curvas de crecimiento de ratas alimentadas con dietas a base de guandul cocido, suplementadas con triptófano y metionina.

cuales indican que la proteína del guandul es limitante, primero en el aminoácido triptófano y luego, en metionina. El caso contrario fue encontrado en estos ensayos. Cuando las dietas de guandul fueron suplementadas con triptófano solo, el comportamiento de las ratas fue aún inferior a los resultados obtenidos con ratas alimentadas con guandul solo. Sin embargo, la suplementación de metionina mejoró el comportamiento cuando se suministró como único suplemento y fue aún más efectiva cuando se agregó triptófano. Esto podría indicar que ambos aminoácidos son deficientes en la proteína del guandul pero, para las ratas, la metionina sería el más limitante.

Caupí (*Vigna sinensis*)

El caupí es cultivado y consumido generalmente en las zonas bajas de los trópicos en las cuales el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y otras fuentes de leguminosas no se adaptan ni producen semilla. Aunque el caupí contiene menos proteína total que la soya, la calidad de la proteína es bastante buena como lo indican los resultados obtenidos previamente en el CIAT y en otras organizaciones.

Como la mayoría de las leguminosas de grano, el caupí contiene factores en-

tidigestivos y antimetabólicos que deben ser eliminados o inactivados para permitir que la proteína sea eficientemente utilizada. La cocción del caupí en agua durante 15 minutos elimina en forma efectiva estos factores tóxicos. Nuestra investigación ha sido encaminada a desarrollar otros métodos más simples de procesamiento.

Estudios previamente mencionados han indicado que la germinación reduciría estos factores tóxicos a un nivel lo suficientemente bajo que permita que la proteína del caupí pueda ser eficientemente utilizada. Los resultados han mostrado una variación extrema entre ensayos.

La duración y el grado de germinación fueron considerados como una causa principal de esta variación. Un estudio realizado midió el efecto del tiempo de germinación y del grado del valor nutricional de la proteína afectada por la reducción de factores antimetabólicos. Se utilizaron muestras cuidadosamente preparadas de caupí germinado durante un día; la planta se dejó germinar hasta alcanzar una o dos pulgadas de longitud. Estas muestras fueron incorporadas a dietas para ratas en crecimiento y comparadas con las dietas preparadas de muestras crudas y cocidas de caupí y con caseína.

El comportamiento de ratas alimentadas con las dietas de caupí germinado fue bajo, aun con suplementación de metionina. En cada caso, la tasa de crecimiento (Fig. 4) y la eficiencia de conversión alimenticia fueron inferiores

a aquellas observadas al utilizar caupí crudo en la dieta. No se tiene aún una explicación satisfactoria sobre las diferencias entre los resultados del presente estudio y los obtenidos en investigaciones anteriores; sin embargo, se supone que los resultados obtenidos con caupí germinado pueden haber sido el efecto de fermentación y/o el crecimiento fungoso o bacterial en los granos húmedos y germinados. Los estudios continúan para definir cuáles son las razones de la diferencia en los resultados obtenidos.

Otras investigaciones hechas con caupí germinado han demostrado el valor de esta leguminosa como suplemento del maíz y de otras fuentes de carbohidratos disponibles en los trópicos. Los datos presentados en el Cuadro 2 demuestran que el caupí germinado puede suplementar efectivamente al maíz opaco-2 si se agregan pequeñas cantidades de metionina. En este ensayo, la dieta de maíz opaco-2 y caupí germinado, suplementada con sólo 0.05 por ciento de metionina, mantuvo un comportamiento de las ratas similar al obtenido con la torta de soya suplementada con maíz opaco-2. Aun con la adición de metionina, el caupí logró mejorar efectivamente la dieta completa de maíz opaco-2 en un 30 a 40 por ciento. Los datos del Cuadro 3 demuestran el valor del caupí con y sin adición de metionina como suplemento del maíz común, del maíz opaco-2, de los plátanos verdes secos, de la yuca cocida y de la yuca cruda. Estudios adicionales evaluarán estas combinaciones.

CUADRO 2. Caupí germinado como suplemento protéico al maíz opaco-2 para ratas en crecimiento.

Dieta	Aumento promedio diario, g	Alimento/aumento
1. Maíz opaco-2	3.35	3.42
2. Opaco-2 + caupí	4.54	2.89
3. Opaco-2 + caupí + 0.05% metionina	5.24	2.55
4. Opaco-2 + caupí + 0.10% metionina	4.57	2.72
5. Opaco-2 + torta de soya	5.06	2.67

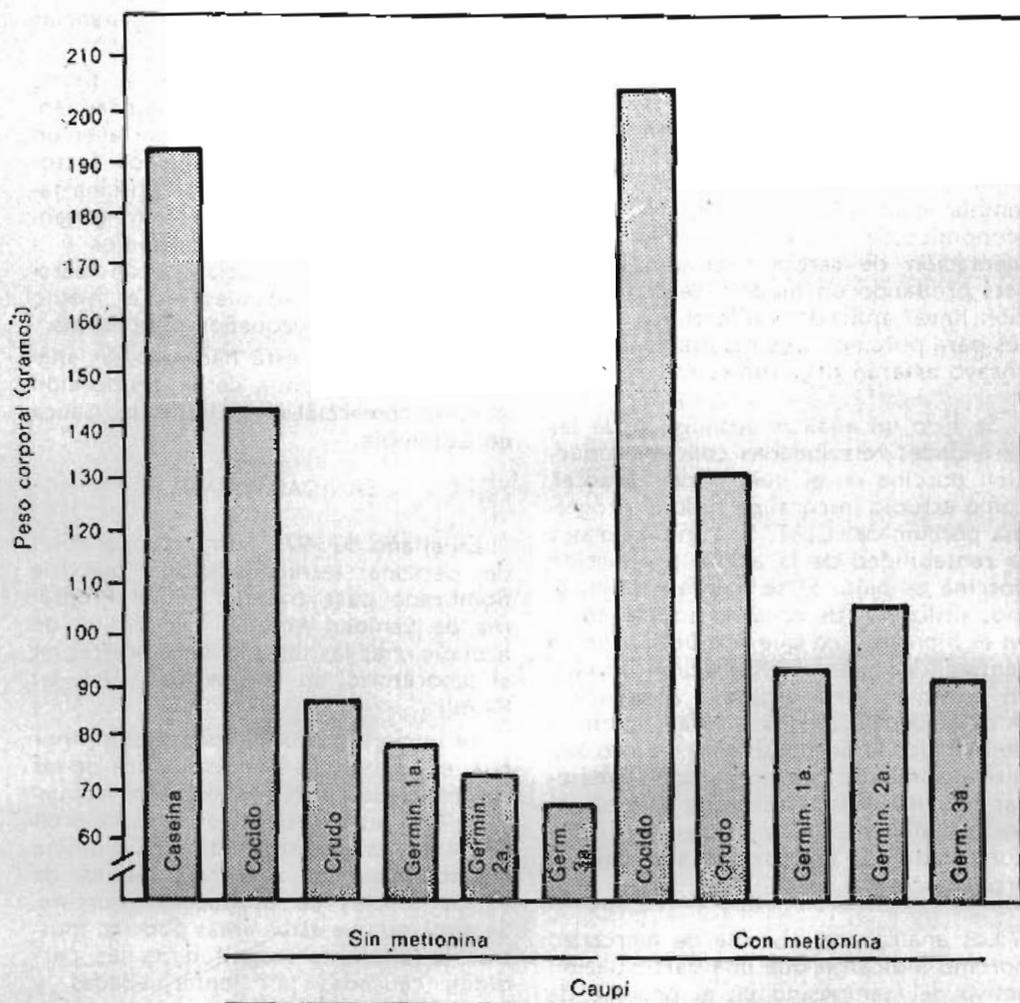


Fig. 4. Efecto producido por el método de elaboración y por la adición de metionina en el comportamiento de ratas alimentadas con caupí.

CUADRO 3. Valor del caupí como suplemento proteico de algunas fuentes tropicales de carbohidratos¹.

Fuente carbohidratos	Sin supl. de metionina		Con supl. de metionina	
	Aumento promedio diario, g	Alimento/aumento	Aumento promedio diario, g	Alimento/aumento
Yuca seca	3.24	3.71	3.86	3.16
Yuca cocida	2.90	4.09	3.07	3.67
Plátano verde	3.26	4.25	3.83	3.74
Banano verde	2.78	4.19	2.77	4.35
Maíz opaco-2	4.61	2.83	5.04	2.70
Maíz común	4.20	3.14	4.01	3.14

¹ Cinco ratas por tratamiento, 18 días; dietas de 12% proteína.

ECONOMIA AGRICOLA

Las investigaciones se enfocaron hacia el rendimiento de los alimentos tropicales para cerdos y hacia un análisis económico de la producción porcina en algunas regiones seleccionadas de Colombia. Está en proceso una evaluación económica del uso de la yuca en la alimentación de cerdos. Actualmente, se está probando un modelo de programación lineal aplicado a diferentes alimentos para porcinos. Los resultados de este ensayo estarán disponibles muy pronto.

Se hizo un análisis económico de las actividades relacionadas con la producción porcina en el pueblo de Cacaotal, como estudio integral de todo el programa porcino del CIAT. Se comprobó que la rentabilidad de la actual producción porcina es baja. Si se valoran los insumos utilizados de acuerdo con su costo en el momento en que son utilizados, la rentabilidad de la producción porcina en la región sería negativa. Al mejorar la dieta de los cerdos y otras prácticas de manejo, la productividad mejoró significativamente. Sin embargo, al mejorar el manejo, la relación de precios entre los alimentos disponibles y el producto obtenido fue desfavorable para el productor.

Los análisis del sistema de mercadeo porcino indicaron que una participación activa del campesino en el proceso de mercadeo podría significar un aumento en el precio recibido por sus cerdos.

Se identificaron y analizaron las alternativas de utilización de fuentes de alimentos. A menos que las fuentes sean subvencionadas, la adquisición y utilización de alimentos concentrados no parece económicamente factible.

Con base en la cantidad de alimentos disponibles y de otros insumos, se esbozó un plan de crédito para la producción porcina. A menos que las prácticas de manejo y los precios de venta sean sustancialmente mejorados y que la mayoría de los alimentos sean producidos en la finca, es dudoso que se logre al-

canzar un nivel razonable de ganancias netas.

Se continúa el estudio de las fincas incluidas en el proyecto de mejoramiento porcino con el propósito de tener un mejor conocimiento de algunos factores básicos en la producción porcina tales como costos de producción, ganancias, riesgos, objetivos inmediatos y a largo plazo, y sus relaciones con factores biológicos y sociales en el medio ambiente de los pequeños campesinos.

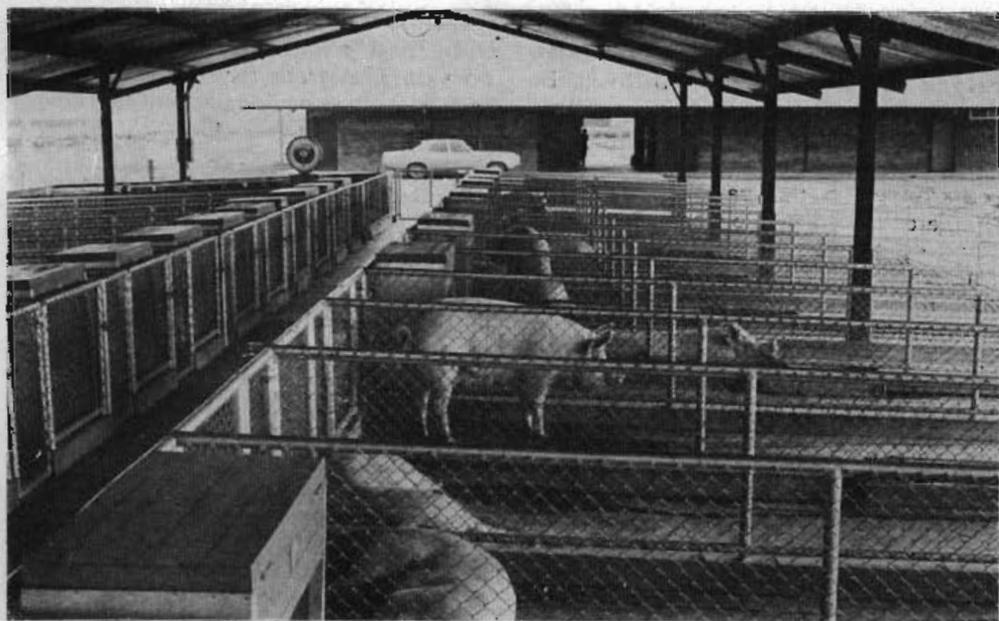
Por último, se está haciendo un análisis de la economía de la producción porcina comercial en el Valle del Cauca en Colombia.

SANIDAD ANIMAL

En el año de 1972, con la cooperación del personal técnico adicional que fue nombrado para trabajar en el Programa de Sanidad Animal, se terminó de acondicionar las instalaciones básicas en el laboratorio, en la sede del CIAT, en Palmira.

Se iniciaron estudios para determinar cuál es la importancia económica de las enfermedades porcinas en América Latina. Con este propósito se escogieron dos áreas de investigación en Colombia consideradas como representativas de varios niveles de producción porcina. Se anticipó que estas áreas podrían mostrar la diferente magnitud de las pérdidas causadas por enfermedades y por parasitismo. La primer área fue aquella en la cual se desarrolla el proyecto de Cacaotal y la segunda, las operaciones comerciales en el Valle del Cauca. Los servicios de laboratorio fueron suministrados por el laboratorio del ICA, en Turipaná (Laboratorio de Investigaciones Médicas Veterinarias Tropicales), y el laboratorio de Sanidad Animal del CIAT, en Palmira.

Un estudiante graduado asignado al proyecto de Cacaotal, recopiló información de diversa índole acerca de las condiciones observadas en esa localidad a través de su estudio; básicamente, descubrió una alta incidencia de brucelosis (de 170 muestras examinadas 80 resultaron positivas); sin embargo, encontró



Los primeros cerdos que se alojaron en las nuevas instalaciones del CIAT fueron algunos ejemplares de la raza Yorkshire, libres de enfermedades específicas, que fueron transportados desde los Estados Unidos por vía aérea.

poca evidencia de que el aborto sean un factor limitante en las explotaciones porcinas. Las muestras de sangre tomadas para hacer las pruebas de brucelosis también fueron utilizadas para hacer exámenes de hemoparásitos pero el resultado de tales exámenes fue negativo. Las especies de garrapatas encontradas que infestan a los cerdos fueron *Amblyomma cayennense* y *Anocentor nitens*.

El nombramiento de un helmintólogo facilitó el trabajo de identificación de endoparásitos. Se examinaron muestras de heces enviadas de Cacaotal; se recogieron los intestinos de los cerdos sacrificados y se examinaron las vísceras en el matadero de Montería. Se identificaron los siguientes parásitos:

Ascaris suum, *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Oesophagostomum* spp., *Hyostrongylus rubidus**, *Ascarops strongylina**, *Physocephalus sexalatus**, *Metastrongylus* spp.**, *Cysticercus cellulo-*

*sae**, *Stephanurus dentatus*** y *Trichuris suis*.

Las observaciones hechas con estos parásitos fueron incompletas. No se pudo confirmar la importancia atribuida a los gusanos pulmonares. El examen de los hígados mostró muy pocas "manchas lechosas" (cicatrices causadas por *Ascaris*).

Las observaciones hechas en el Valle del Cauca incluyeron 16 fincas y 12.600 cabezas de porcinos. En seis meses, se examinaron muestras de 363 animales, 24 de las cuales fueron necropsias. Los problemas que afectaron principalmente a los cerdos lactantes fueron diarrea y neumonía; en los animales jóvenes, neumonía y otitis; y en los adultos, abscesos, mastitis y aborto. En una finca, un caso de aborto epidémico estuvo

* Gusano estomacal.

** Gusano pulmonar.

* Estado larval de *Taenia solium*.

** Gusano del riñón.

asociado con brucelosis; se aislaron cinco líneas de *Brucella suis* y de 200 muestras de suero, 85 fueron positivas. En otra finca, el aborto se atribuyó a *Lep-tospira* sp.

Un miembro del personal científico completó la información para la presentación de su tesis doctoral sobre la caracterización histológica de la fiebre aftosa en los cerdos. Para estos estudios la vía intramuscular de inoculación fue considerada como la más satisfactoria. Surgió la hipótesis de que la distribución de lesiones estaba relacionada con el grado de exposición viral. Una pequeña dosis infecciosa no fue suficiente para causar problemas serios en los músculos del corazón y en el sistema óseo. Si esta afirmación es correcta, podría conducir a un cambio en las medidas a tomar cuando ocurren brotes de la enfermedad al no existir aún ningún sistema satisfactorio de inmunización.

ADIESTRAMIENTO

En 1972, cuatro zootecnistas completaron el adiestramiento como internos de posgrado en porcinos. Dos ecuatorianos completaron el programa de adiestramiento en nutrición e investigación de porcinos y regresaron a su país para trabajar en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

A mediados del año, un colombiano terminó su adiestramiento como interno de posgrado en nutrición y producción porcina y fue empleado por el Programa de Porcinos para responsabilizarse del manejo rutinario de la piara de cerdos del CIAT.

Un interno de posgrado de México terminó su adiestramiento en investigación y regresó a su país para enseñar Producción Porcina en la Escuela de Agricultura y Ganadería, Monterrey, México.

En noviembre, un becario en investigación de la Universidad de Illinois completó la recopilación de datos sobre "los problemas del pequeño agricultor en la

costa norte de Colombia" la cual usará en su disertación como requisito parcial para optar el grado de Ph. D. en Ciencias Pecuarias Internacionales en la Universidad de Illinois.

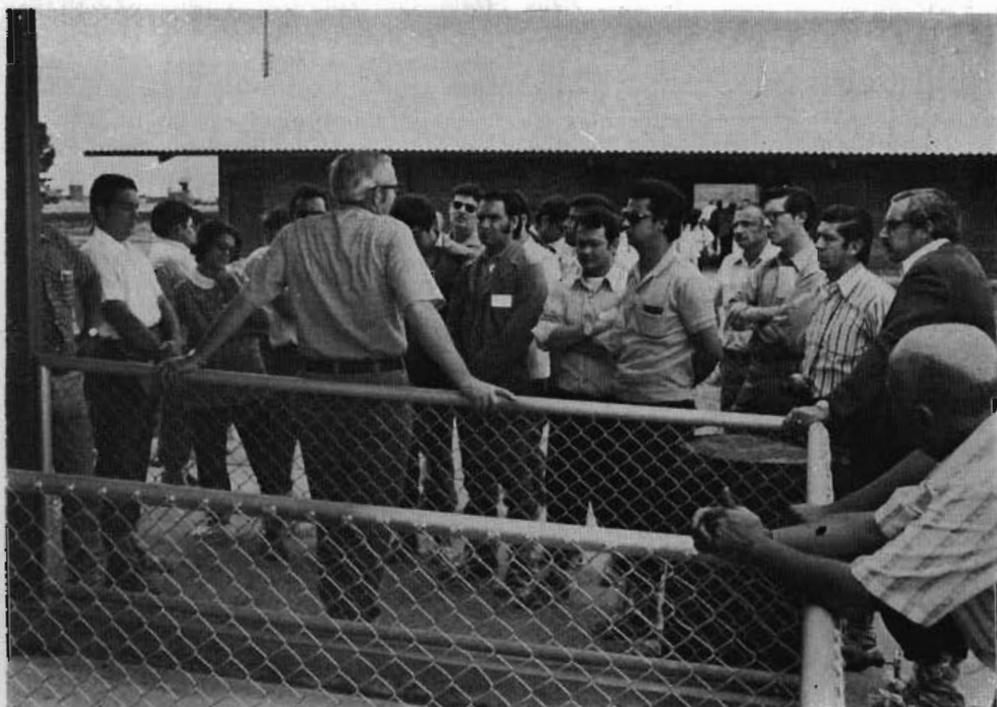
Dos internos de posgrado, uno boliviano y otro colombiano, fueron aceptados a principios de este año, y actualmente están recibiendo adiestramiento en investigación y producción porcina. Ambos regresarán a las Universidades en sus respectivos países para asumir responsabilidades en enseñanza e investigación.

Un estudiante de Costa Rica se vinculó al personal de Porcinos del CIAT en abril, como investigador en nutrición porcina como requisito parcial para obtener su grado de M.S. en la Universidad de Florida. Una vez obtenga su grado, trabajará en el programa nacional de mejoramiento porcino en Costa Rica.

Se dictaron conferencias a los becarios en producción pecuaria sobre nutrición y producción porcina y ejercicios de laboratorio sobre el manejo de porcinos. Dos de los becarios de porcinos asistieron al curso de Especialistas en Producción Pecuaria antes de empezar mayores actividades en el Programa de Porcinos. En el futuro, los becarios de porcinos asistirán al curso intensivo de dos meses para especialistas en producción pecuaria como parte de su adiestramiento total en producción e investigación porcina.

COOPERACION EN EL EXTERIOR

Los programas del CIAT se han ampliado y reforzado enormemente por medio de los programas nacionales de colaboración. Esta ayuda ha resuelto problemas locales de producción, adiestramiento de personal nacional, y ayuda a los agricultores a mejorar la eficiencia de la producción. Muchos países de América Latina no tienen programas activos de porcinos. El Programa de Porcinos del CIAT ha dado especial énfasis al desarrollo de estos centros nacionales



Los participantes del Seminario sobre Producción Porcina en América Latina observan las nuevas instalaciones del Programa de Sistemas de Producción de Ganado Porcino en la sede del CIAT.



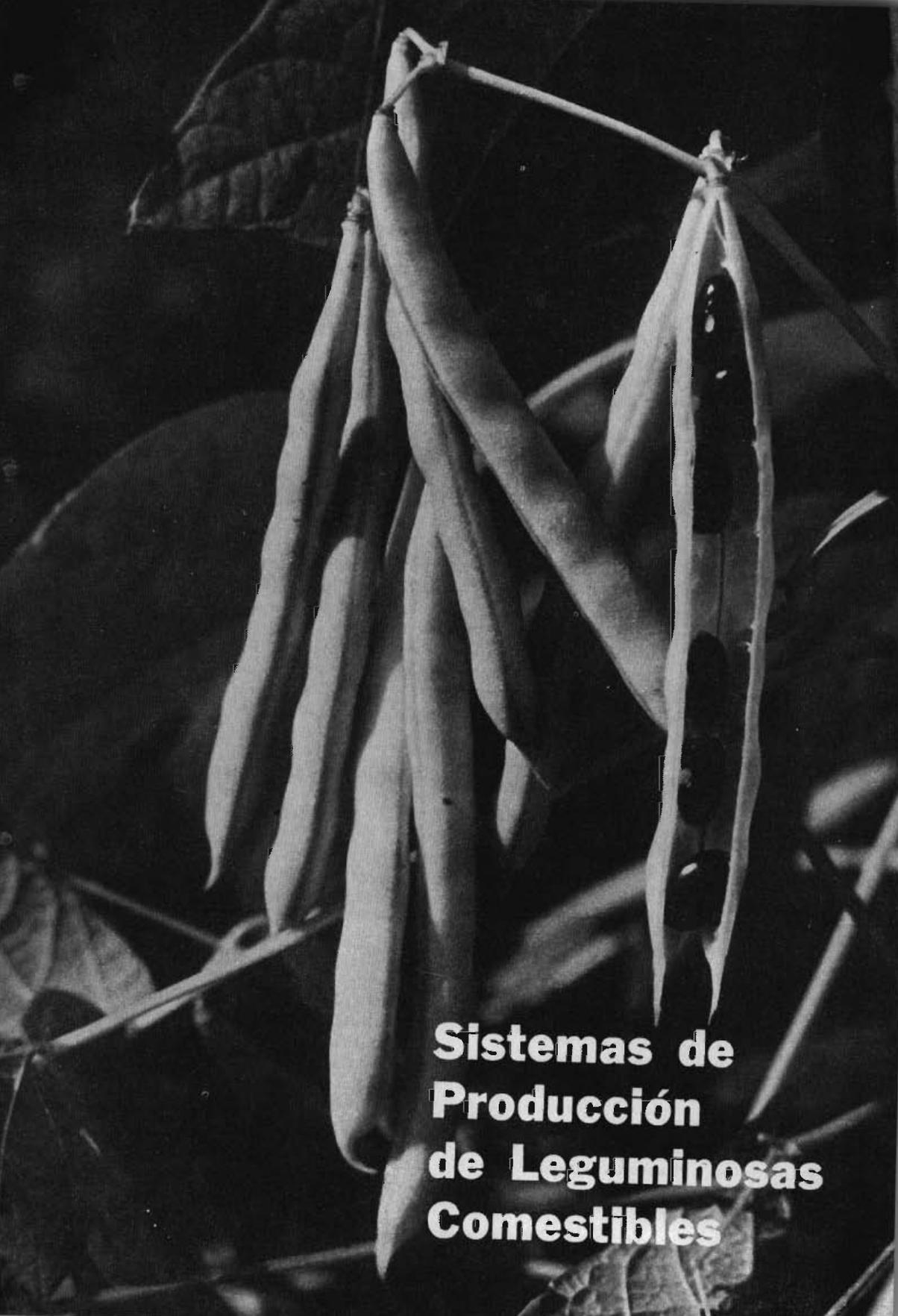
y a la obtención de ayuda financiera para su desarrollo y operación.

Se ha tenido éxito en la ayuda prestada en la planificación de programas en Costa Rica, Bolivia y Nicaragua. Se solicitó apoyo financiero a agencias nacionales e internacionales. Si se obtiene esta ayuda, estos tres programas se convertirán en una realidad, extendiéndose así la red de trabajos y esfuerzos del CIAT para mejorar la producción porcina en América Latina.

En mayo, se llevó a cabo un seminario de producción porcina en San José, Costa Rica, con la asistencia de 135 pro-

fesionales dedicados a la enseñanza, investigación y extensión en el área de producción porcina.

En septiembre, se realizó un seminario sobre Sistemas de Producción Porcina en América Latina en Cali, Colombia. Más de 85 destacados científicos en el campo de producción, enseñanza e investigación porcina discutieron los diferentes aspectos de la industria porcina en América Latina y participaron en sesiones dedicadas a la economía y alimentación de cerdos en las zonas bajas tropicales. Se establecieron numerosos vínculos entre el CIAT y los diferentes programas nacionales e intra-regionales.



**Sistemas de
Producción
de Leguminosas
Comestibles**

Un alto porcentaje de la población en América Latina consume frijoles; es frecuente que este producto constituya su principal fuente de proteínas. Sin embargo, los precios de adquisición de los frijoles, han alcanzado un nivel tan alto que no pueden competir con los precios más bajos de los cereales obtenidos de variedades con altos rendimientos por unidad de superficie. Una de las principales razones de los altos precios de los frijoles es la limitada oferta de los mismos en relación con su demanda. El factor limitante es el bajo rendimiento por unidad de superficie que se obtiene aún con el uso de variedades mejoradas. La producción promedio en América Latina es aproximadamente de 500 kg/ha, mientras en Estados Unidos esta cifra es de 1.400 kg/ha. Este último nivel de producción aún se puede considerar bajo si se compara con los altos rendimientos que se obtienen en la actualidad con los cereales. En consecuencia, es necesario hacer un esfuerzo para incrementar los rendimientos de frijol, aun cuando las razones que puedan estar conectadas con los bajos rendimientos todavía no se han definido muy claramente. Sin embargo, se considera que por medio de investigaciones integradas con un enfoque multidisciplinario, será posible definir el motivo de los bajos rendimientos del frijol y el diseño de sistemas de producción que produzcan incrementos sustanciales en la cosecha.

En mayo de 1972 la Junta Directiva del CIAT aprobó una resolución mediante la cual el CIAT habrá de iniciar el mejoramiento de algunas plantas leguminosas comestibles, en particular, en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) a

nivel regional en las áreas tropicales de América Latina y del Caribe. Con base en esa resolución, en octubre de 1972 se diseñó el Programa de Sistemas de Producción de Frijol el cual incluye las siguientes disciplinas: fitomejoramiento, fitopatología, entomología, fisiología de plantas, microbiología de suelos, agronomía y economía agrícola.

FITOMEJORAMIENTO

Colección de frijol USDA/ARS

Desde 1970, se evaluó un total de 3.780 colecciones de frijol, de las cuales 1.097 fueron seleccionadas por su resistencia a la roya, 355 fueron tolerantes al complejo de bacterias y 214 al complejo de virus. De todos estos materiales se han seleccionado 500 colecciones con el propósito de incluirlas en estudios próximos.

Evaluación de germoplasma

En la sede del CIAT en Palmira (altura 1.000 m, Temperatura 24°C y 930 mm de precipitación pluvial anual) se estudiaron 3.054 colecciones, de las cuales, 966 procedían de Costa Rica, 201 de Guatemala, 488 de México, 1089 de los Estados Unidos y 310 de Venezuela. De estas colecciones, 3.010 corresponden a especies de *Phaseolus vulgaris* L. y 44 a especies de *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *P. calcaratus*, *P. angularis*, *P. aconitifolius*, *P. coccineus*, *Vigna sinensis* y *Cajanus cajan*.

La colección de frijoles sembrada en Palmira fue estudiada con base en 23 características morfológicas. Se han hecho 140 selecciones tomando en consi-



Parcela para aumento de semilla de *Phaseolus vulgaris* L.



Varios cientos de linajes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) son cuidadosamente seleccionados en el CIAT. La evaluación del material bajo estudio incluye el comportamiento de las plantas al sembrarlas con maíz, ya que este sistema de siembra es frecuente en ciertas áreas de América Latina.

deración las características de potencial de fructificación y de estructura de planta, racimos por planta y vainas por racimo.

Las mismas colecciones serán evaluadas durante el próximo año bajo otros medios ambientales con el objeto de seleccionar genotipos con alto potencial de rendimiento, resistencia a insectos y enfermedades y con una amplia adaptación a las altas temperaturas de los trópicos.

Las 108 selecciones que se hicieron previamente en Palmira fueron sembradas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Turipaná" del ICA, en Montería, (altitud 40 m, 27°C y 1.500 mm de precipitación pluvial anual). Debido a la ocurrencia de intensas lluvias, el 90 por ciento de estas selecciones fueron destruidas y solamente un 10 por ciento (ocho selecciones) sobrevivieron a las condiciones de alta humedad. De estas ocho selecciones, cuatro mostraron buenas características en lo que respecta a su potencial de fructificación en condiciones de altas temperaturas. Estas selecciones serán estudiadas con más detalle en el futuro.

AGRONOMIA

Tolerancia a la acidez del suelo

Las observaciones efectuadas hasta la fecha indican que existe una amplia variabilidad en lo que se refiere a la tolerancia a suelos ácidos entre distintas variedades de leguminosas de grano así como también de otras especies, tal y como se discute en el capítulo de suelos (Página 181 de este informe). Se han observado interesantes diferencias entre variedades de *Phaseolus vulgaris* L. (Fig. 1).

Los frijoles negros que se incluyeron en los experimentos (cinco colecciones) se adaptaron mucho mejor a las

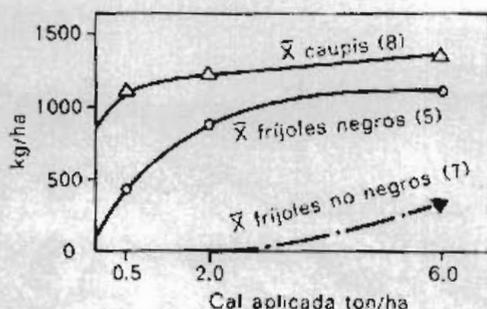


Fig. 1. Efecto del encalado sobre las cosechas de *Phaseolus vulgaris* L. (variedades de color negro y otros) y de caupí (Datos obtenidos en ensayos para estudiar la tolerancia a la acidez del suelo de varios linajes de esas especies, 1971).

condiciones de suelo ácido que otras variedades de frijol con distinto color de grano (siete colecciones). Los caupís (*Vigna sinensis*), los cuales tienen una excelente adaptación a las condiciones de suelo ácido, respondieron con mayor intensidad al primer nivel de aplicación de cal, mientras que los frijoles comunes respondieron a todos los niveles de aplicación de cal; en el caso de los frijoles no negros, no se obtuvo producción cuando las aplicaciones de cal fueron entre 0 y 1/2 ton/ha.

Estos resultados indican claramente el potencial que tiene *Vigna sinensis* y las variedades negras de *Phaseolus vulgaris* L. como fuente primordial de proteína en las regiones con suelos ácidos.

Estudios sobre elementos menores

Se hicieron en la sede del CIAT estudios sobre elementos menores en frijol soya y frijol común. Los resultados preliminares señalan que los elementos zinc y boro son los más limitantes (Fig. 2). Con respecto al frijol soya, parece que existen diferencias varietales en lo que respecta a la respuesta a elementos menores. La variedad de soya Pelican mostró ser más tolerante a las deficiencias de micronutrientes que las denominadas Hill y Mandarin.

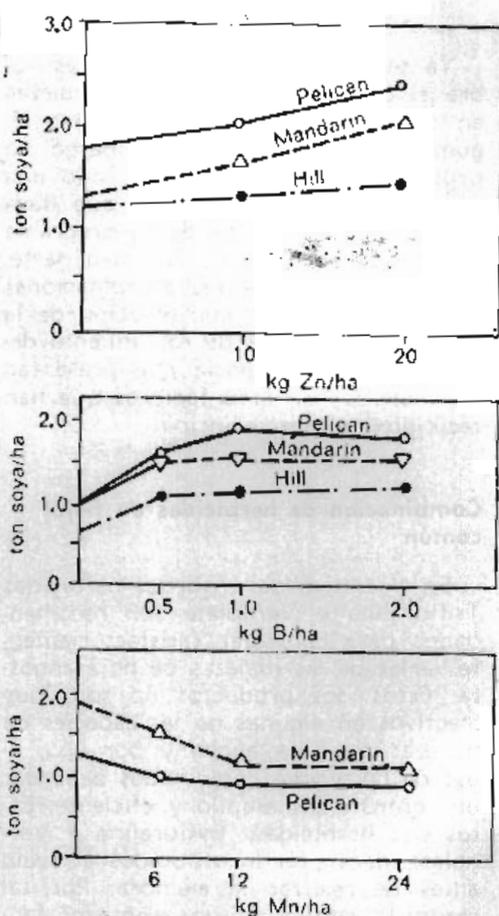


Fig. 2. Respuesta de variedades de frijol de soja a la aplicación de zinc, boro y manganeso.

FITOPATOLOGIA

Las enfermedades constituyen uno de los principales factores limitantes en la producción de frijol. Muchas enfermedades afectan a *Phaseolus vulgaris* L. La literatura científica informa acerca del reconocimiento de 252 enfermedades que afectan al frijol en los trópicos, en contraste con el registro de 52 enfermedades que afectan a la misma especie en las zonas templadas. Será importante establecer prioridades en cuanto a necesidades de investigación en Fito-

patología de esta planta en relación con fuentes de resistencia a varias enfermedades, con el propósito de incorporar en el futuro esta resistencia en materiales que tengan características agronómicas deseables.

Reconocimiento de enfermedades

Se ha iniciado una evaluación sobre las enfermedades que afectan al frijol a través de encuestas enviadas por correspondencia a otros investigadores de América Latina y también, a través de visitas realizadas por el fitopatólogo del CIAT a las principales áreas de producción del frijol. La mayor parte de los investigadores que trabajan en frijol están de acuerdo en que la roya (*Uromyces phaseoli* var. *typica*), el marchitamiento bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*), el mosaico dorado, el complejo de virus y las enfermedades de la raíz son las principales enfermedades limitantes del frijol.

Otras enfermedades con importancia local o regional son las siguientes: mancha hilachoza (*Thanatephorus cucumeris*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y la mancha angular (*Isariopsis griseola*). Estas enfermedades, más la mancha redonda, causada por *Chaetoseptoria wellmanii*, aparecen en Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, El Salvador y Colombia.

Estudios epifitóticos

Las distancias de siembra en frijol entre hileras y entre plantas juegan un papel importante en las epifitotias de frijol. Algunas observaciones preliminares hechas en una parcela experimental sembrada en hileras paralelas, indican que el oidium (*Erysiphe poligoni*), afecta la planta en todas las distancias experimentales que se estudiaron. Además, se observaron diferencias varietales de consideración en lo que respecta a la incidencia de roya, mancha angular y bacteriosis común.

La forma más eficiente y económica de controlar las enfermedades es a través del desarrollo de variedades de frijol con resistencia parcial, o sea, el factor que se conoce como resistencia horizontal. Con base en lo anterior, se ha utilizado el germoplasma sembrado en el campo con el fin de hacer observaciones sobre incidencia de roya y de oidium. De un total de 1.754 colecciones sembradas en el CIAT, en la cual se presentó una epifitotia de oidium, 241 colecciones mostraron resistencia; del mismo modo, de un total de 1.320 colecciones que se sembraron en la granja del ICA, en la localidad de Palmira en donde la roya es prevalente, se seleccionaron 396 colecciones con tolerancia a las razas locales de estos patógenos.

Estas colecciones con resistencia local serán probadas a través de viveros internacionales con el objeto de hacer pruebas en distintos países y bajo la acción de diversas condiciones ambientales.

Vivero de marchitamiento común bacterial

En colaboración con USDA y MSU, se evaluó un vivero de 200 variedades de frijol asegurando una buena infección con el patógeno *Xanthomonas phaseoli*. De estas variedades, 58 mostraron resistencia al marchitamiento causado por esta bacteria.

ENTOMOLOGIA

En una revisión de literatura sobre insectos y otras plagas que atacan al frijol, se encontraron 208 especies que afectan los frijoles en América Latina. En otro estudio hecho por el CIAT sobre el daño causado por los gusanos trozadores (*Spodoptera frugiperda*) al frijol, se encontró que el daño de este insecto aumenta en proporción directa con la intensidad de la lluvia.

Ya se han hecho investigaciones sobre el control químico de las malezas en campos cultivados con algunas leguminosas de grano. Sin embargo, la prueba de herbicidas no ha sido una de las actividades rutinarias que lleva a cabo el CIAT dentro de su programa de control de malezas. Por otra parte, la evaluación de ciertas combinaciones de herbicidas y la determinación de la cuantía de pérdidas de rendimiento debidas a la competencia que presentan las malezas han sido factores que han recibido atención principal.

Combinación de herbicidas en frijol común

En el cultivo del frijol los herbicidas Trifluralina y Vernolate son recomendados para controlar satisfactoriamente varias de las malezas de hoja angosta. Estos dos productos no son muy efectivos en algunas de las especies de malezas de hoja ancha y por ello, el uso de herbicidas combinados debe dar un control más amplio y eficiente. Estos dos herbicidas, Trifluralina y Vernolate, deben ser incorporados al suelo antes de realizar la siembra. Por tal razón, la ventaja de usar el mismo tanque para mezclar los dos herbicidas y aplicarlos en forma simultánea, resulta de valor limitado debido a que frecuentemente el segundo de los herbicidas mencionados, es aplicado sobre la superficie del terreno después de la siembra. La conveniencia de aplicar un herbicida antes de la siembra y la posterior aplicación de un segundo herbicida preemergente, fue evaluada usando los herbicidas Trifluralina y Vernolate en un experimento con un diseño experimental de parcelas divididas.

Se estudió otro herbicida, Fluorodifen, con un amplio margen de selectividad y control sobre un gran número de malezas. A pesar de que este herbicida no es ampliamente utilizado por los agricultores debido a que su costo

CUADRO 1. Control total de malezas, índice de cosechabilidad y rendimientos de frijoles secos con combinaciones de herbicidas y corte mecánico de malezas.

Herbicidas	Rata kg i.a./ha	Epoca ¹	Control total ²			Rend. ⁴ kg/ha
			30 días	60 días	Cos. ³	
1. Trifluralina	.75	PPI	6.7	4.0	3.7	1,455
2. Trifluralina - Linuron	.75 + 1.5	PPI PRE	7.5	6.5	4.5	1,855
3. Trifluralina + Prometrina	.75 + 1.5	PPI PRE	8.5	8.7	3.7	1,577
4. Trifluralina + Metazol	.75 + 2.0	PPI PRE	7.2	7.5	3.2	1,433
5. Trifluralina + Fluorodifen	.75 + 2.0	PPI PRE	8.5	9.2	3.7	1,866
6. Trifluralina + Bentocarro	.75 + 2.25	PPI PRE	8.0	8.2	3.7	1,600
7. Trifluralina + DNBP	.75 + 2.0	PPI PRE	5.5	2.5	3.5	1,577
8. Vernolate	2.0	PPI	4.0	7.0	4.2	1,688
9. Vernolate + Linuron	2.0 + 1.5	PPI PRE	7.0	7.7	4.5	1,744
10. Vernolate + Prometrina	2.0 + 1.5	PPI PRE	9.0	10.0	5.0	1,633
11. Vernolate + Metazol	2.0 + 2.0	PPI PRE	7.0	7.7	3.2	1,566
12. Vernolate + Fluorodifen	2.0 + 2.0	PPI PRE	8.5	9.0	3.5	1,700
13. Vernolate + Bentocarro	2.0 + 2.25	PPI PRE	8.0	8.5	4.2	1,888
14. Vernolate + DNBP	2.0 2.0	PPI PRE	7.2	7.5	4.5	1,755
15. Fluorodifen	2.0	PRE	9.0	4.5	3.5	1,800
16. Fluorodifen + Linuron	2.0 + 1.5	PRE PRE	7.7	8.7	4.2	1,744
17. Fluorodifen + Prometrina	2.0 + 1.5	PRE PRE	8.5	9.2	4.5	1,133
18. Fluorodifen + Metazol	2.0 + 2.0	PRE PRE	3.7	2.5	3.2	1,422
19. Fluorodifen	4.0	PRE	9.2	9.2	4.7	1,466
20. Fluorodifen + Bentocarro	2.0 + 2.25	PRE PRE	7.0	8.5	3.7	1,555
21. Fluorodifen + DNBP	2.0 + 2.0	PRE PRE	8.7	8.7	4.5	1,611
22. Testigo deshierbado 20-40 días	—	—	8.7	9.5	5.0	1,922
23. Testigo deshierbado 30-60 días	—	—	10.0	10.0	5.0	1,800
24. Testigo absoluto	—	—	1.7	0.0	3.2	1,688

¹ PPI = Presiembra incorporada.
PRE = Preemergente.

² 0 = Sin control; 10 = control total

³ Índice de cosechabilidad: 0 = No cosechable; 5 = Cosechable totalmente.

⁴ Rendimiento a 13% de humedad.

es relativamente elevado, cuando se combina con otros productos más baratos su empleo sí podría ser factible ya que la mezcla de productos disminuiría el costo total; en determinadas circunstancias este podría ser un tratamiento económico y efectivo.

En general, los resultados indican que las combinaciones ensayadas de herbicidas controlaron las malezas en forma efectiva. Los rendimientos no fueron afectados por fitotoxicidad de los productos (Cuadro 1). No se comprobaron daños causados por el herbicida en ninguna época del ciclo vegetativo. El control de malezas menos efectivo se obtuvo cuando se usó solamente la mitad de la dosis normal de Trifluralina, Vernolate y Fluorodifen; esta reducción en la dosis se hizo con el propósito de establecer una comparación equitativa entre las combinaciones de productos que se ensayaron. Se pudo observar que los productos Fluorodifen y Prometrina, en combinación con casi todos los demás productos, dieron el mejor control de malezas. El rendimiento obtenido fue siempre más bajo cuando el producto Metazol fue incorporado en la mezcla, debido a que la maleza *Ipomoea* sp. fue resistente a este herbicida. Esta especie de maleza puede causar serios problemas durante la cosecha debido a su hábito de crecimiento trepador y enrollador.

En general, la población de malezas fue baja a lo largo del ciclo del cultivo razón por la cual no hubo una reducción significativa en el rendimiento de la parcela testigo. El método de siembra del frijol común en hileras alternas, espaciadas a 30 y a 60 cm, es efectivo para obtener una amplia cobertura del suelo con el crecimiento del follaje. Esta observación es importante como método cultural orientado hacia el control de malezas.

MICROBIOLOGIA DE SUELOS

En Colombia, al igual que en otros países de América Latina, casi no se

practica la inoculación de plantas leguminosas para promover la fijación de nitrógeno en la planta. Las causas principales de que esto ocurra son la baja calidad de los inoculantes producidos en estos países y la muerte de las bacterias en los inoculantes importados, ya sea durante los largos períodos de tránsito o bien de almacenamiento. En el Cuadro 2 se presenta el caso típico de lo que sucede con los inoculantes importados para utilizar en semilla de frijol, solamente dos de los varios que se ensayaron mostraron capacidad para inducir nodulaciones. Con base en esta circunstancia, los primeros trabajos experimentales fueron dirigidos hacia la producción local de inoculantes de alta calidad y efectividad, los cuales puedan soportar los riesgos de un difícil transporte a través de las regiones tropicales y aun las subtropicales. El CIAT ha puesto especial empeño en coleccionar diferentes cepas de bacterias y luego probar su habilidad para fijar nitrógeno mediante el proceso de simbiosis; también, se ha puesto énfasis en el desarrollo de un medio orgánico en el cual sea posible mantener en buenas condiciones el *Rhizobium* y asegurar su viabilidad durante el período de transporte y de almacenamiento; además, se han estudiado problemas específicos en relación con el uso de estos inoculantes.

CUADRO 2. Promedio de número de nódulos por planta de soya, en la época de floración, en dos estaciones experimentales en el Ecuador¹, en 1970².

Inoculante	Boliche	Porto Viejo
Nitragin	31.00	23.25
E.Z.	22.80	26.00
Urbana	12.50	12.80
Legume AID	1.00	5.20
Noctin	1.20	0.20
Dormal	0.50	0.50
Sin inoculación	3.00	0.00
100 kg/ha N	0.00	0.20

¹ En los campos del CIAT, el promedio de los números de nódulos por planta fue de 45, usando un inoculante del CIAT.

² Datos del INIAP.

Selección y prueba de cepas

Durante 1972 se hicieron aproximadamente 400 aislamientos con base en nódulos procedentes de leguminosas nativas y de leguminosas cultivadas comercialmente. Estas cepas de *Rhizobia* fueron evaluadas por sus características y luego preservadas por el método de liofilización. La colección incluye más de 100 aislamientos obtenidos de *Phaseolus vulgaris* L. así como también procedentes de otras especies como: *Alysicarpus*, *Bauhinia*, *Centrosema*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Glycine*, *Leucaena*, *Mimosa* y diferentes especies de los géneros *Phaseolus*, *Pisum*, *Rhynchosia*, *Sesbania*, *Stizolobium*, *Stylosanthes* y *Trifolium*.

La prueba a la cual se someten los aislamientos hechos de *Phaseolus vulgaris* L., se hace en jarras Leonard y está en progreso. Las primeras observaciones hechas sobre el efecto de inoculación han mostrado aumentos en el rendimiento de grano hasta cerca del 100 por ciento.

Medio orgánico para la conservación de inoculantes

Para que un medio orgánico sea efectivo en la conservación de inoculantes, las sustancias que se utilicen deben mantener una alta viabilidad del *Rhizobium* hasta por un período de tres meses; además, tener reacción neutra o bien, ser capaces de neutralizar el pH, y presentar la característica de conservar la humedad a un nivel alto. Los materiales con un elevado contenido de materia orgánica, generalmente protegen mejor al *Rhizobium* y por este motivo la turba es el medio de conservación de inoculantes de mayor uso. Durante 1972 se evaluaron comparativamente diversas sustancias con buenas posibilidades de uso como medio de conservación de inoculantes. Estas sustancias y sus características se presentan en el Cuadro 3. Los inoculantes producidos en 1972 fueron mezclados y

CUADRO 3. Características de turbas representativas en los municipios de Sibundoy y Rionegro, de Colombia.

	Turba de Sibundoy	Turba de Rionegro
pH	3.9	5.1
Gramos CaCO ₃ /kilo de materia orgánica para elevar el pH a 6.5	330	100
Al (millequivalente/100 g de materia orgánica)	12.0	9.5
C.I.C. (millequivalente/100 g de materia orgánica)	74.6	92.6
Fe (ppm)	2.37	39.2
Mn (ppm)	212.0	1.4

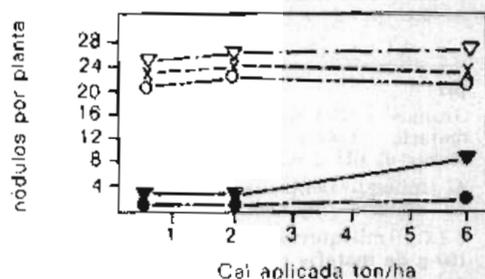
transportados en turba de Sibundoy y en bagazo como medios de conservación, o bien, en una mezcla de estos dos productos. En la Fig. 2, capítulo sobre Ganado de Carne, página 19 de este informe, se presenta la excelente supervivencia obtenida con las cepas en los mencionados medios de conservación.

Semillas revestidas para mejorar la nodulación bajo condiciones ácidas de suelo

La acidez de los suelos, como en el caso de los Llanos Orientales de Colombia, puede influir en forma desfavorable en la supervivencia de las cepas de inoculantes lo cual posiblemente resulte en nodulación deficiente. Por esta razón, en suelos ácidos hay necesidad de mejorar las condiciones para la inoculación. Una de las formas de lograr este objetivo es mediante la mezcla de las semillas con una sustancia aglutinante y luego, por medio de presión, la masa se comprime para formar semillas revestidas. Esta técnica ha sido probada con semillas de *Phaseolus vulgaris* L., *Vigna sinensis*, *Stylosanthes gracilis*, *Leucaena leucocephala* y *Centrosema pubescens*.

Los resultados obtenidos en el caso de *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna sinensis*,

los cuales aparecen en las Figs. 3 y 4, indican que:



especie: *Phaseolus vulgaris*

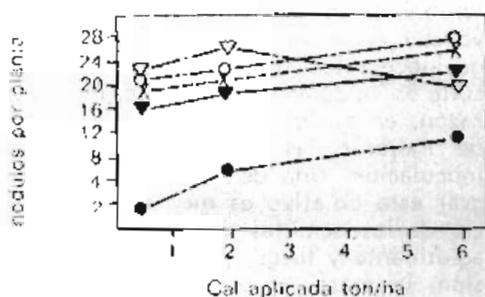
F (inoculación) = 256.84***

F (aplicación de cal) = 7.53*

Simbolos:

- ▽ — ▽ revestida con CaCO₃
- X — X revestida con roca fosfórica Carolina
- — ○ revestida con roca fosfórica Boyacá
- ▼ — ▼ inoculada
- — ● sin inocular

Fig. 3. Efecto del método de inoculación y de la aplicación de cal sobre el número de nódulos por planta en un suelo de Carimagua (*Phaseolus vulgaris* var. ICA-Tui).



especie: *Vigna sinensis*

F (inoculación) = 31.44***

F (aplicación de cal) = 5.43*

Simbolos: los mismos de la Figura 3.

Fig. 4. Efecto del método de inoculación y de la aplicación de cal sobre el número de nódulos por planta en un suelo de Carimagua (*Vigna sinensis*).

a) Todas las leguminosas que se han ensayado requirieron inoculantes para obtener una nodulación adecuada.

b) La elaboración de semillas revestidas utilizando cal agrícola o bien roca fosfórica indujo una buena nodulación en todas las especies, aun en aquellos casos de un bajo nivel de calcio en el suelo.

c) El material conocido como Escorias Thomas no dió resultados satisfactorios como material para la elaboración de semillas revestidas (Cuadro 4).

Características de nodulación en *Phaseolus vulgaris* L.

De las diferentes especies de bacterias fijadoras de nitrógeno, la menos estudiada hasta la fecha ha sido *R. phaseoli*. Sin embargo, para la producción de frijol en América Latina, esta bacteria puede ser muy importante. Por tal razón se hizo un estudio detallado sobre la acción simbiótica de *R. phaseoli* con diferentes variedades de frijol. En la primera etapa de este estudio, se analizaron las características de nodulación en cuatro variedades de *Phaseolus vulgaris* L. usando cuatro cepas diferentes de *R. phaseoli*. Las características y observaciones que se anotaron incluyeron el tiempo transcurrido para la formación de los primeros nódulos, el número de nódulos, el peso de los nódulos y su variación de peso con respecto a tiempo, la iniciación y duración del proceso de fijación y los cambios en el peso de la materia seca de la planta. Algunos de los puntos sobresalientes en esta prueba fueron:

a) Se obtuvo una nodulación satisfactoria en todos los tratamientos cuando se utilizó arena, en cambio, la nodulación fue deficiente bajo las condiciones de suelo existentes en Palmira. Probablemente, esto se debió al alto contenido de NO₃ en estos suelos (47.3 ppm de nitrógeno expresado como NO₃).

CUADRO 4. Influencia del método de inoculación y aplicación de cal en el número de nódulos por planta de *Phaseolus vulgaris* var. Calima en los suelos de Carimagua¹.

Tratamiento	CaCO ₃ agregado (ton/ha)		
	0.5	2.0	6.0
Inoculado	1.00	1.50	2.50
	1.00	2.00	2.75
	1.50	10.00	4.50
Inoculado y revestido con CaCO ₃	10.75	44.25	29.75
	25.75	23.75	20.00
	32.00	51.25	15.00
Inoculado y revestido con Escorias Thomas	2.00	5.75	2.00
	0.75	2.25	2.00
	1.50	1.75	3.75

¹ Cada número es el promedio de cuatro plantas por lote.

b) Se observó una marcada interacción **Rhizobium**-huésped. Aun cuando no se observaron claras diferencias en el desarrollo de la planta con respecto a la cepa de inoculantes usados (por ejemplo, en las variedades Gualí y Calima) sí hubo diferencia significativa en el número de nódulos formados por planta y en el peso en seco por nódulo. Los resultados obtenidos por la variedad Calima se incluyen en las Figs. 5 y 6. Para la variedad 20.574 (M3) 13 (M2), la cepa CIAT-57 fue claramente superior en su capacidad de producir apreciablemente más materia seca y un mayor peso de nódulos por planta en comparación con tratamientos en los cuales se usaron otras cepas (Figs. 7 y 8).

c) Se observaron diferencias en el tiempo transcurrido hasta la formación del primer nódulo, lo cual es un factor importante cuando el ciclo de crecimiento de la planta es corto. Si se asume que las tasas de producción de plántulas y las proporciones de tejido activo productor de nódulos son iguales, las variedades de grano rojo que se ensayaron tienen capacidad para fijar más nitrógeno por unidad de superficie.

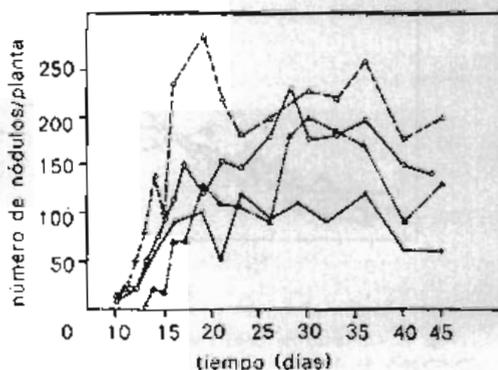


Fig. 5. Número (promedio) de nódulos por planta (variedad de frijol ICA-Calima), en observaciones hechas cada cinco días, utilizando cuatro linajes diferentes de inoculantes.

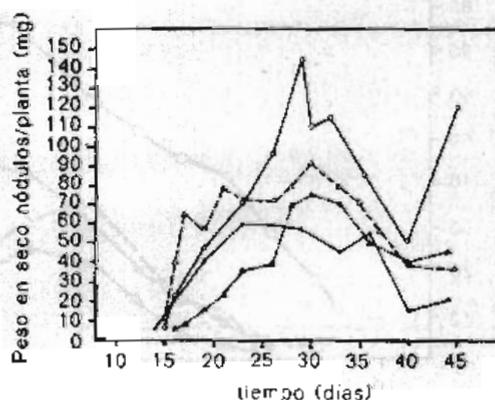


Fig. 6. Peso en seco (promedio) de nódulos por planta (variedad de frijol ICA-Calima), en observaciones hechas cada cinco días, utilizando cuatro linajes diferentes de inoculantes.

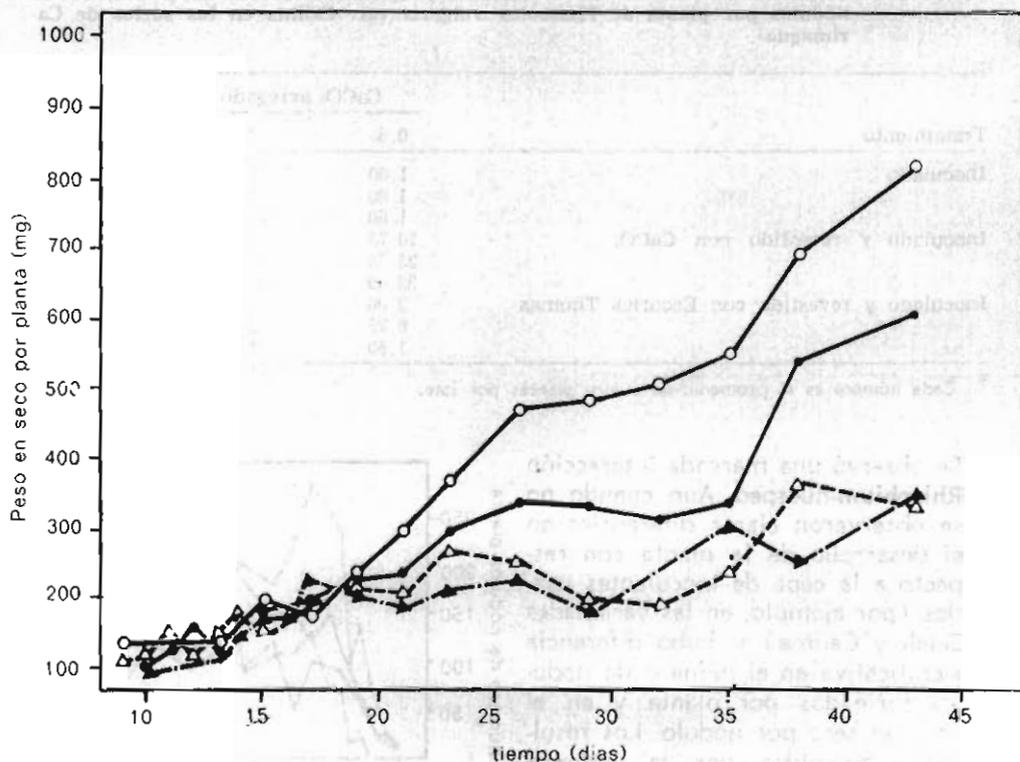


Fig. 7. Aumento de peso (en base seca) por planta (variedad de frijol 20574 (M3) 13 (M2), en observaciones hechas cada cinco días, utilizando cuatro linajes diferentes de inoculantes.

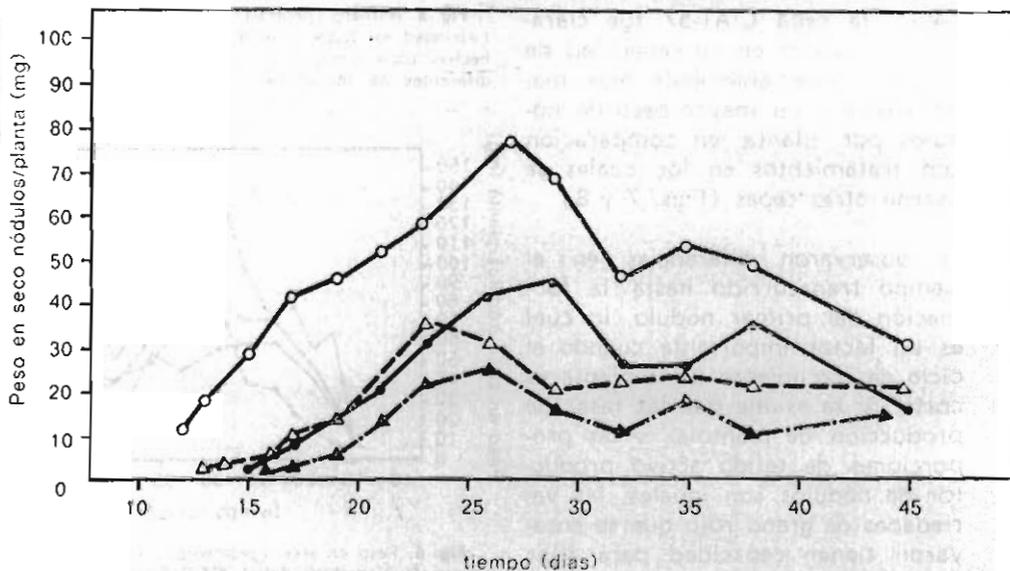


Fig. 8. Peso en seco (promedio) de nódulos por planta (variedad de frijol 20574 (M3) 13 (M2), en observaciones hechas cada cinco días, utilizando cuatro linajes diferentes de inoculantes.



Los surcos de las parcelas en las que se estudia el frijol y otras plantas leguminosas de grano comestible tienen una longitud de seis metros.

OTRAS PLANTAS LEGUMINOSAS

Soya

Durante este año, un estudiante graduado procedente de Iowa State University terminó su trabajo de campo sobre aspectos fisiológicos en la planta de soya, bajo condiciones tropicales, información que será utilizada para preparar su tesis de doctorado. Los dos objetivos principales fueron 1) diseñar el patrón hereditario de los períodos de prefloración y duración de la floración utilizando como índices las fechas de brote de la plántula, florecimiento máximo y madurez de la planta, y 2) determinar las posibles relaciones entre otros caracteres ligados al desarrollo de la planta con los períodos de prefloración y duración de la floración.

Durante 1972 el mencionado estudiante graduado sembró varias progenies F_4 y observó 19 diferentes características en seis plantas de cada línea, las cuales fueron seleccionadas al azar. En otro estudio hecho con soya se

incluyeron 114 colecciones las cuales fueron enviadas de Mississippi por la entidad USDA/ARS. De este material se hicieron 14 selecciones individuales con base en su potencial de rendimiento y en su tolerancia a diversas enfermedades.

En otro estudio en el cual se ensayaron diferentes densidades de población por unidad de superficie con la variedad Davis se encontró que una distancia de 12 cm entre hileras y entre plantas fue la más conveniente. El rendimiento obtenido fue de 3.05 ton/ha. Sin embargo, este rendimiento no fue estadísticamente significativo cuando estos datos de cosecha fueron comparados con los obtenidos en siembras hechas con: 18 cm entre hileras y entre plantas, 8 cm entre hileras y entre plantas, y 45 cm entre hileras, con surcos sembrados en forma continua.

ADIESTRAMIENTO

Durante 1972, tres técnicos jóvenes recibieron adiestramiento en las disci-

plinas de Fitomejoramiento, Fitopatología y Microbiología de Suelos. Se recibió cooperación, en funciones de adiestramiento, del personal científico que trabaja en los programas de Entomología, Control de Malezas y Agronomía en niveles correspondientes a cinco becarios en la proporción de 0.7 hombre/año con anterioridad al año 1972 y de cuatro becarios en la proporción de 1.3 hombre/año en 1972.

El Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos

participó en forma sustancial con las actividades del Programa de Sistemas de Producción de Frijol en el periodo 1970-1971; 10 becarios participaron en la proporción de 3.0 hombres/año en el mencionado programa.

En 1972, 14 becarios que recibieron adiestramiento participaron en la proporción de 4.6 hombre/año adquiriendo experiencia de campo en cuanto al cultivo de frijol, soya y caupí, además de otros aspectos que integran los sistemas de producción de tales cultivos.



**Sistemas de
Producción
de Maíz**

El maíz es primordialmente un cultivo de subsistencia en la zona andina de América Latina. Con la excepción de pequeñas zonas tecnificadas, como el Valle del Cauca en Colombia, la costa de Perú y el Estado de Portuguesa en Venezuela, entre otras áreas, el maíz se cultiva para consumo directo de la familia, ya sea como maíz verde o grano seco, y usualmente en lotes de menos de cinco hectáreas, aún en granjas grandes. Los esfuerzos de investigación, desarrollo y adiestramiento en el CIAT se están dirigiendo hacia este nivel de la agricultura, para complementar el trabajo realizado por los programas nacionales en la zona, orientados hacia el aumento de los rendimientos y el mejoramiento de la calidad de la dieta de las familias campesinas.

Los principales factores técnicos que actualmente limitan la producción y la calidad del maíz en la zona andina, son: 1) excesiva altura de la planta y baja eficiencia de producción; 2) limitado rango de adaptación de los materiales comerciales; 3) baja calidad de proteína, en comparación con los mutantes genéticos mejorados de los que se dispone actualmente; 4) ataque de insectos como *Spodoptera* sp. (tierrero y cogollero) y *Diatraea* sp. (barrenador del tallo), los cuales reducen la población y el rendimiento de las plantas; 5) algunos problemas especiales tales como los suelos ácidos en los llanos interiores de Venezuela, Colombia y Brasil; y 6) ausencia de un "paquete integrado de producción" para ofrecer al agricultor.

El programa de maíz del CIAT es solamente una parte de la red de investigación internacional sobre el cultivo del maíz, la cual es coordinada por el Centro Internacional de Mejoramiento

de Maíz y Trigo en México, CIMMYT. En la granja experimental de Palmira y en colaboración con otras instituciones, el CIAT está probando nuevas selecciones del CIMMYT, las cuales son prometedoras para la zona andina. Los ensayos internacionales y regionales del CIMMYT y otras regiones también se distribuyen a través del CIAT. En resumen, el CIAT representa al CIMMYT en la zona andina, y coordina los varios esfuerzos de mejoramiento con los programas nacionales.

MEJORAMIENTO GENETICO

El programa de mejoramiento, en colaboración con el ICA (Colombia) y el INIAP (Ecuador), se concentra en la reducción de la altura de la planta, mejorando en consecuencia la eficiencia del cultivo y dando a la planta la habilidad de mantenerse sin caer por volcamiento o acame, aumentando así la adaptación de poblaciones de maíz potencialmente útiles. El objetivo es mejorar la capacidad de rendimiento de la población para distribuirla a los programas nacionales y a las compañías comerciales de la zona andina. La información sobre mejoramiento de la calidad de proteína se incluye en el capítulo de nutrición de maíz.

El material básico para reducir la altura de la planta fue obtenido principalmente del CIMMYT en México, con progenies braquíticas y selecciones de porte bajo, y de otros programas en la zona andina, América Central y Asia. Estas selecciones fueron sembradas en el Valle del Cauca, a 1.000 m. s. n. m. en ensayos de rendimiento de progenies, haciendo los cruces con plantas individuales dentro de familias seleccionadas. Los factores que se tienen en cuenta para seleccionar plantas individuales y



El polen que se obtiene de una planta previamente seleccionada, utilizada como progenitor masculino, se vacía sobre los pistilos de una planta previamente seleccionada, utilizada como progenitor femenino.

familias, antes de hacer los cruces, son: plántula vigorosa, buen desarrollo vegetativo, resistencia foliar aparente contra el ataque de insectos y patógenos, amplia producción de polen y prolificidad. En la época de cosecha se hace una selección posterior basada en rendimiento, resistencia al volcamiento y evidencia de resistencia al barrenador. Estas progenies de hermanos completos se siembran en el semestre siguiente en cuatro localidades diferentes para observar el rendimiento de cada cruce bajo un amplio rango de condiciones climáticas: La Selva (Rionegro), 2.100 m. s. n. m.; Palmira, 1.000 m.; Turipaná (Montería), 40 m; y Boliche (Guayaquil), 20 m.

Para realizar el próximo paso, hay varias alternativas. Con el fin de obtener una población adaptada a determi-

nada zona, todo el ensayo debe cosecharse como una mezcla de polinización libre del germoplasma deseable. Una alternativa es formar un compuesto balanceado con mazorcas fecundadas por polinización libre, las cuales provienen de los materiales de altos rendimientos, o bien de las familias que sean más prometedoras. Se puede obtener un compuesto aún más selecto a partir de una mezcla de semilla remanente de la mejor progenie, con base en los datos de rendimiento del ensayo de la progenie. La producción inmediata de un híbrido, específico para determinada zona, puede



La selección de progenies en el programa de mejoramiento de maíz se hace con base en los rendimientos obtenidos y en las características agronómicas observadas en diferentes localidades.

realizarse aumentando la semilla sobrante de padres determinados, combi- nando éstos en un cruce simple comer- cial. Estos esquemas de producción son todos específicos para cada localidad.

Para ampliar el rango de adaptación de esta población, las progenies se es- tán evaluando en ensayos de rendimien- to en varias localidades. Las mejores progenies que resulten de todas las localidades pueden recombinarse en una nueva población que tenga un amplio rango de adaptación. Como en los es- quemas previos específicos, una proge- nie que se comporte bien en toda una determinada zona puede reconstruirse usando la semilla sobrante de las líneas y los híbridos ya producidos después de haber aumentado la semilla. Para au- mentar aún más el rendimiento poten- cial de la población maicera en la zona, se puede sembrar semilla de las fami- lias de más alto rendimiento, con base en los datos de cosecha obtenidos en diferentes localidades produciendo otro

ciclo de progenies de hermanos comple- tos de este material seleccionado.

Este programa de mejoramiento ba- sado en familias de sibes completos, se inició hace dos semesires. El primer ciclo ya se ha completado en varias zo- nas. Los resultados muestran un rango excepcional de adaptación a las varias alturas, bajo las cuales algunas proge- nies se comportaron relativamente bien (Cuadro 1). Partiendo de esta base, se podrá decidir luego cuáles progenies se usarán en una zona específica. Un sis- tema potencialmente valioso podría ser el de reproducir un híbrido selecciona- do para una zona utilizando la semilla sobrante. Por ejemplo, la progenie N° 36, en Palmira; la N° 50 ó 19, en Rione- gro; la N° 17 ó 43, en Montería y la N° 37 ó 17, en Guayaquil. Las progenies a recombinarse son aquellas que tengan el mejor comportamiento en todas las localidades; por ejemplo, las N° 2 y 17, para lograr el mejoramiento de la po- blación sobre una variedad de climas,

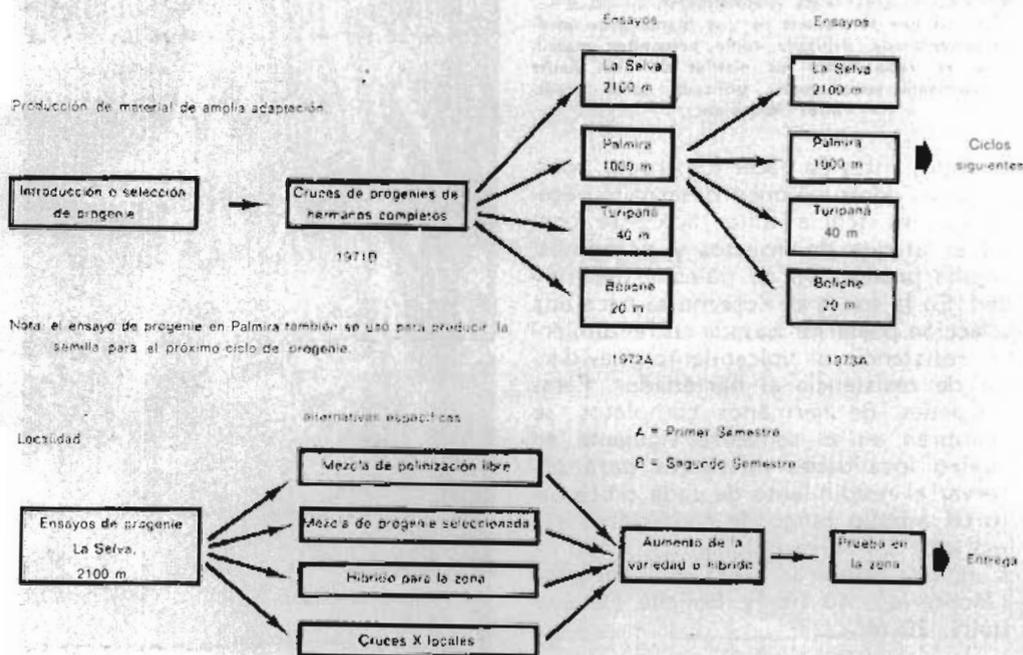


Fig. 1. Selecciones de familias de hermanos completos, para amplia adaptación de maíces braquíticos y selecciones de planta baja.

CUADRO 1. Rendimientos individuales de progenies del Ensayo E-72-28, cruces de planta baja, sembrados en cuatro localidades de Colombia y Ecuador, en 1972.

Progenie	Rendimiento (kg/ha)			
	Rionegro (2100 m)	Palmira (1000 m)	Montería (40 m)	Guayaquil (20 m)
1	686	7.543 ¹	3.676	2.652
2	4.343 ¹	6.629 ¹	5.044 ¹	3.994 ¹
5	3.200	5.257	4.959 ¹	4.876 ¹
17	3.657 ¹	6.400 ¹	6.498 ¹	5.213 ¹
19	7.724 ¹	5.943 ¹	3.847	2.860
23	914	5.600	5.814 ¹	4.137 ¹
36	3.657 ¹	8.115 ¹	4.018	4.134 ¹
37	4.800 ¹	3.086	4.018	5.306 ¹
43	2.514	5.486	5.812 ¹	3.732 ¹
50	8.229 ¹	5.943 ¹	2.223	3.633
Promedio para ensayo	3.417	5.632	4.110	3.204

¹. Rendimiento de la progenie sobre el promedio para esa localidad.



El proceso de selección en el maíz incluye la toma de datos en las parcelas cosechadas; estas pruebas con líneas de opaco-2 incluyeron evaluaciones sobre pudrición de la mazorca, habilidad de cosecha y adaptación.



Un fitomejorador de maíz supervisa el proceso de polinización hecha con progenies de hermanos completos, como parte del programa de mejoramiento de este cultivo.

ampliándose así el valor potencial de las poblaciones promisorias en los programas de mejoramiento.

FISIOLOGIA

El interés de la investigación continúa enfocándose hacia la adaptación del maíz y el desarrollo de poblaciones que den buen rendimiento y provean material genético básico para otros programas en diferentes altitudes y latitudes. Los factores que influyen en la adaptación, tales como fotoperíodo y temperatura, son estudiados en detalle, mientras que el efecto del ataque de insectos

y enfermedades son evaluados en nuestro programa de mejoramiento y prueba de progenies en diferentes altitudes. Los resultados de la investigación en el campo, obtenidos en el semestre anterior, nos dan un panorama relativamente claro acerca de la sensibilidad de maíz al fotoperíodo.

Selección para insensibilidad

La extensión artificial de las horas del día en el campo, usando bombillos incandescentes, nos ha permitido "tamizar" una serie de líneas con base en su insensibilidad y en consecuencia, hemos



Al cosechar las parcelas experimentales se indica cual es el cruce que originó el material obtenido a fin de indentificarlo posteriormente y preparar los lotes de semilla para la próxima siembra.

podido identificar genotipos relativamente insensibles a los cambios drásticos en fotoperíodo. En el Cuadro 2, los resultados de dos semestres de observaciones en el campo nos muestran la diferencia entre tres genotipos de maíz sensible tropical, y tres tipos insensibles subtropicales o templados. Estos resultados se han repetido en varios semestres, existiendo una fuente de insensibilidad para desarrollar poblaciones que puedan ser introducidas en un amplio rango de latitudes geográficas.

Intensidad crítica de luz

En los surcos de maíz expuestos al gradiente de luz artificial hay algunos puntos críticos que indican niveles o intensidades críticas de luz que afectan el desarrollo de la planta. Para identificar con más precisión la intensidad crítica de luz en donde ocurre esta reacción, se hacen disecciones a intervalos de un metro a todo lo largo del surco de las variedades sensibles. Cerca a las luces se observó una demora pronunciada. Existen diferencias dentro de un metro en el surco, en donde ocurrió una demora en la diferenciación de hasta tres semanas en la variedad más sensible, ICA V. 503. Hay una variación en la distancia crítica y hasta este punto encontramos la intensidad crítica, de 6 m. (6 bujías-pie) a 9 m. (4 bujías-pie) en los genotipos probados. En consecuencia, la mayor demora en la diferenciación de la espiga se en-

cuentra cerca de 5 bujías-pie, con alguna variación genética en la respuesta.

Se observó otra demora característica en ciertas líneas sensibles entre las distancias de 15 a 23 m de las luces. Esto correspondió a una intensidad de luz de cerca de 1 a 2 bujías-pie y nuevamente hubo variación genética entre las líneas probadas hasta llegar, desde ninguna sensibilidad, a una semana de demora en intensidades específicas para cada genotipo. Estos dos niveles críticos diferentes y las demoras en la diferenciación están ambos presentes en algunos genotipos, tales como ICA V. 503. En otros se observa una demora en la intensidad más alta y ninguna al nivel más bajo. Esto sugiere un control genético independiente para cada tipo de demora en la iniciación floral.

Largo crítico del día

Las investigaciones realizadas indican un largo crítico del día para maíz entre 13 y 15 horas. En un estudio especial con tres genotipos sensibles y dos genotipos insensibles de maíz cultivados bajo tres fotoperíodos: 16.5 horas, 14.5 horas, y 12.5 horas de días (naturales) no hubo demora alguna en los primeros dos genotipos (insensibles). En los tres tipos sensibles hubo una diferencia pronunciada entre los días artificiales de 16.5 horas y 14.5 horas. Considerando estos resultados experimentales y los trabajos hechos anteriormente se encon-

CUADRO 2. Diferencia entre tres genotipos de maíz sensibles y tres insensibles cultivados bajo días largos (17 hrs.) y días naturales cortos (12.5 hrs.).

	Primera prueba		Segunda prueba	
	Días largos	Días cortos	Días largos	Días cortos
Grupo sensible				
ICA H. 207	37	14	31	17
D. V. 351	36	14	36	18
D. H. 253	35	15	37	18
Grupo insensible				
USA 342	20	13	17	16
Longear	18	13	17	16
Trojan O ₂	13	12	17	13

tró una duración crítica del día para maíz entre 14.5 y 15 horas.

Rata de crecimiento

Se hicieron pruebas de rata de crecimiento medida en términos de número de hojas y de altura de planta. No hubo diferencia entre las varias distancias de la fuente de luz, de los 2 hasta los 30 metros. Observaciones realizadas en varios ciclos confirman que no hay efecto del fotoperíodo desde la rata de crecimiento hasta la época de diferenciación, y también que el crecimiento o elongación del tallo, como proceso, es independiente de la diferenciación de la espiga y de la mazorca.

Herencia de sensibilidad al fotoperíodo

La sensibilidad a los cambios de fotoperíodo parece estar regida por un sistema de herencia relativamente sencillo. Los cruces de las líneas insensibles por insensibles dan progenie insensible. Los cruces de líneas insensibles por sensibles pueden resultar en una combinación genética sensible o insensible, pero raramente intermedia. Además, los cruces de dos líneas sensibles son normalmente sensibles, aunque puede ocurrir una excepción. La falta de tipos intermedios indica un sistema sencillo de herencia (Fig. 2). Un nuevo grupo de cruces dialélicos probará este modelo de herencia, produciéndose generaciones avanzadas de F_2 y F_3 para confirmación.

Interacción de fotoperíodo con temperatura

Para estudiar los efectos de temperatura y probar la interacción de temperatura con fotoperíodo para influenciar el crecimiento y desarrollo del maíz, fue necesario buscar otras dos localidades adicionales para el experimento. Los ensayos, bajo colaboración ICA-CIAT, incluyen Turipaná, cerca a Montería (40 m, 28°C), Palmira (1.000 m, 23°C) y Tibaitatá, cerca a Bogotá (2.600 m, 13°C). En el primer semestre, en tres loca-

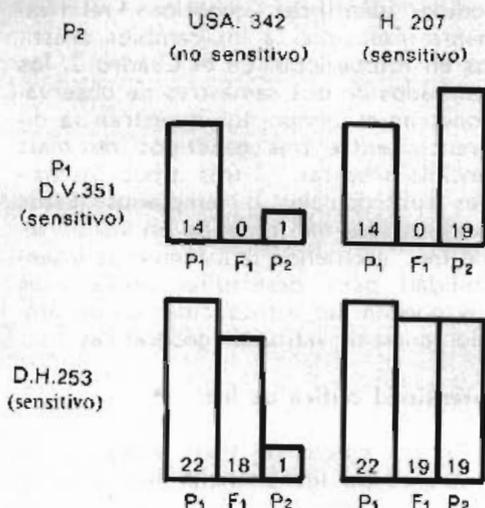


Fig. 2. Sensibilidad a los cambios de fotoperíodo en cruces F_1 (los números expresan "diferencias de sensibilidad", en días entre tratamientos que representan días largos y días cortos).

lidades, hubo aparentemente menos sensibilidad en la baja elevación (alta temperatura), en la costa. La respuesta opuesta se encontró en la localidad de alta elevación, en la cual la baja temperatura aparentemente permitió una mayor expresión de sensibilidad. Estas pruebas se están repitiendo para su confirmación. Un estudio de adaptación, en colaboración con la Universidad de Purdue y el CIMMYT, ha incluido también estas localidades así como ciertos efectos climáticos en el desarrollo, el crecimiento de la planta y la calidad de proteína del grano.

Estudio de tolerancia al frío

La prueba internacional de tolerancia al frío y heladas, se sembró en la zona andina en Colombia (San Jorge, 2.900 y 3.100 m), Ecuador (Santa Catalina, 2.700 y 3.000 m), y Perú (Huancayo, 3.300 m). Las observaciones realizadas en San Jorge mostraron una diferencia notable entre el maíz sembrado a 2.900 m, el cual creció relativamente bien y produjo semilla, y el maíz en el "páramo" o zona de tundra a 3.100 m, el

cual escasamente germinó y no creció sino 25 cm. Los datos obtenidos de estos ensayos en la zona andina se reunirán con datos de otras localidades en Asia, Africa y América del Norte para obtener una nueva población basada en comportamiento en los diferentes lugares de siembra. Los materiales genéticos resultantes deberán proveer una fuente de germoplasma para programas de mejoramiento que sirvan a las regiones de altas elevaciones o altas latitudes del mundo.

CALIDAD DE PROTEÍNA

El trabajo nutricional sobre maíz ha puesto énfasis en la selección y prueba de material de endosperma duro de opaco-2. Los primeros en informar sobre estos trabajos fueron los Dres. Pradilla, Harpstead, y otros, en 1968; estas selecciones de maíz mantienen la calidad del opaco-2, con un endosperma que es cristalino y aceptable para el consumidor en las regiones bajas para sus formas tradicionales de preparación de los alimentos. Los resultados de las conversiones genéticas y el trabajo en nutrición humana se indican a continuación, mientras que los datos de los ensayos con ratas y porcinos se presentan en el capítulo de este informe titulado "Sistemas de Producción de Porcinos". El Dr. Alberto Pradilla, de la Universidad del Valle, actualmente en el CIAT como científico visitante haciendo su licencia sabática en el período 1972-1973, está adelantando estudios adicionales de nutrición de maíz.

Híbridos tradicionales de opaco-2

El valor nutritivo del endosperma suave del híbrido opaco-2 ha sido confirmado en pruebas recientes realizadas con niños en la Unidad Metabólica del Hospital Departamental del Valle. Algunos factores como digestibilidad, valor biológico, utilización neta de proteína y retención de nitrógeno de dos híbridos normales (H-207 y H-253), dos híbridos colombianos opaco-2 (H-208 y H-255), un híbrido opaco-2 de Illinois (Ill.) y un híbrido harinoso-2 (f_2) se compararon en un experimento con un testigo de caseína. La digestibilidad y el valor biológico fueron más altos en los híbridos opaco-2, mientras que la retención de N y la utilización neta de proteína en todos los tipos modificados de maíz es superior a la del maíz normal (Cuadro 3 y Fig. 3).

La importancia de la proteína y el balance de aminoácidos en la dieta se presenta en el Cuadro 4. Las combinaciones de leche, torta de soya, maíz normal vs. maíz opaco-2, y yuca, se probaron en niños en proceso de recuperación para evaluar el valor biológico, utilización neta de proteína y retención de nitrógeno. La combinación de leche con maíz opaco-2 y soya disminuye el valor biológico y la retención de nitrógeno, al compararla con opaco-2 y con la dieta de soya. El valor biológico más alto se encontró con un dieta de opaco-2 y yuca, el cual también fue más alto en utilización de proteína y alto en retención de nitrógeno.

CUADRO 3. Comparación de seis tipos de maíz con testigo de caseína, en niños

	Digestibilidad	Valor biológico	Utilización neta de proteína	Retención de nitrógeno
H. 207	77	21	16	30
H. 253	66	17	11	20
H. 208	95	76	62	140
H. 255	95	80	86	120
Ill.	88	76	67	170
F ₂	85	62	54	130
Caseína	98	85	83	130

CUADRO 4. Comparación de eficiencia de utilización de siete dietas experimentales basadas en maíz, soya, yuca y leche.

Ingredientes	Valor biológico	Utilización neta de proteína	Retención de nitrógeno
Leche-Maíz-Soya	68	61	115
Maíz-Soya	59	51	102
Leche-O-Soya	59	50	97
O ₂ -Yucr.	84	53	114
Leche evaporada	74	59	111
Leche mod.	81	65	127
O ₂ -Soya	63	76	121

La retención de nitrógeno por los niños fue estudiada bajo seis niveles de consumo de nitrógeno, de menos de .2 g/kg día, hasta casi .35 g/kg/día.

En cada nivel de consumo, la proteína de opaco-2 puro se comparó con una dieta de sustitución del 25 y 50 por ciento con nitrógeno no esencial. En to-

dos los niveles de consumo, es necesario un mínimo de 155 mg. por kilogramo de peso del cuerpo por día de proteína de endosperma de opaco-2, para obtener un balance positivo de nitrógeno. Una absorción más alta, sin tener en cuenta la dilución, dio una retención neta similar. Esta suma representa los requerimientos mínimos para aminoáci-

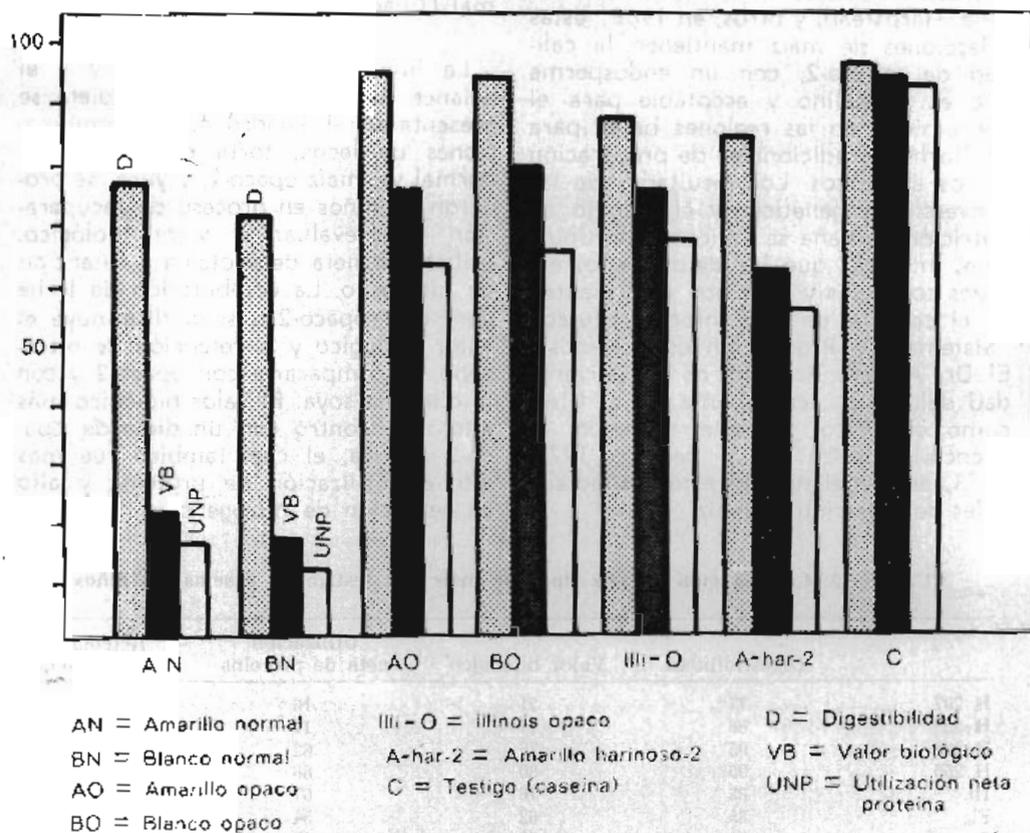


Fig. 3. Valor nutricional de seis genotipos de maíz, caseína = 100.

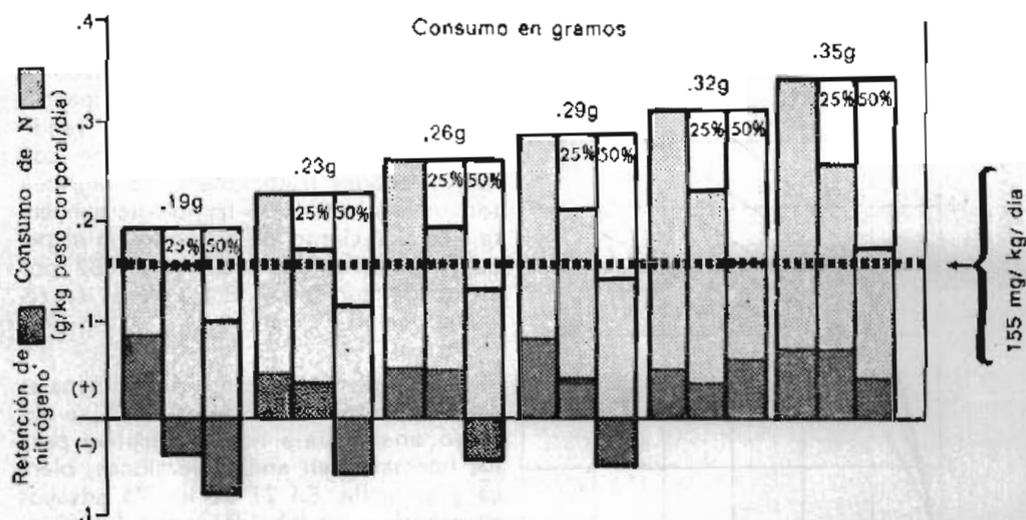


Fig. 4. Retención de nitrógeno por niños cuando se utilizó nitrógeno no esencial para diluir proteína de maíz opaco-2; se comparan sustituciones en los niveles de 25 por ciento y 50 por ciento con proteína de opaco-2 sin diluir en seis diferentes niveles de consumo.

dos esenciales suministrados por endosperma o₂ para la edad del grupo estudiado. Este valor de 155 mg de nitrógeno de opaco-2 es muy inferior a la cantidad de 360 mg de N de maíz normal necesario para mantener un balance positivo. El Cuadro 5 muestra las cantidades de maíz normal y opaco-2 que se necesitan en la dieta para satisfacer el requerimiento completo de proteína o por lo menos crear un balance positivo de nitrógeno. A pesar de que no

es práctico pensar en suministrar una dieta a base de maíz solamente, sin embargo, la comparación entre maíz normal y opaco resulta elocuente. En algunos países, tales como Guatemala, en donde el consumo de maíz tiene un promedio de 350 g/persona/día, la familia campesina podría satisfacer una gran parte de su requerimiento de proteína si la producción de maíz fuera cambiada totalmente a tipos semejantes al opaco-2.

CUADRO 5. Nivel de consumo de maíz necesario para satisfacer el requerimiento total de proteína en humanos (para lograr balance positivo de nitrógeno).

Peso del cuerpo	Tipo de maíz	Gramos/día
Niño 10 kg (12 meses)	Opaco-2	91
	Normal	225
Niño 20 kg (40 meses)	Opaco-2	181
	Normal	450
Adulto joven (50 kg)	Opaco-2	454
	Normal	1125
Adulto (70 kg)	Opaco-2	635
	Normal	1575

La Fig. 5 demuestra la recuperación de niños a quienes se suministró una dieta de opaco-2 durante seis meses en la Unidad Metabólica del Hospital de la Universidad del Valle. La curva más alta (N) muestra el crecimiento normal de niños hasta la edad de seis años. En la parte inferior de la figura se muestran las curvas de crecimiento que atraviesan las zonas que corresponden a primero (I), segundo (II), y tercer (III) grado de desnutrición. Las "x" representan los pesos iniciales de cada niño individualmente, quien entró a la mencionada Unidad en un estado de tercer grado de desnutrición; las líneas rectas muestran la recuperación y crecimiento

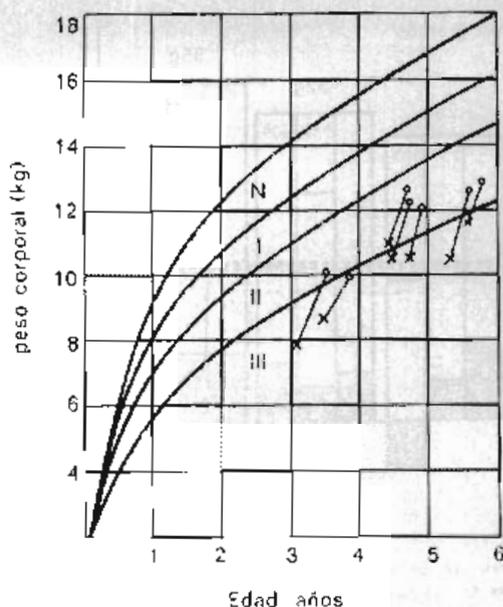


Fig. 5. Recuperación del crecimiento de niños con dietas de proteína de maíz opaco-2.

observados durante el período de dieta de seis meses con maíz opaco-2. Esta rata tan impresionante de recuperación demuestra el potencial de los maíces híbridos opaco-2 para mejorar la salud nutricional de los niños. Sin embargo, todavía hay que solucionar problemas de aceptabilidad relacionados con este maíz de endosperma suave, poco conocido en las zonas cálidas.

Los datos obtenidos en pruebas de rendimiento hechas con agricultores, y las encuestas realizadas en dos semestres en Colombia sobre aceptación, con el fin de evaluar el uso potencial del maíz opaco-2 en las regiones medias y bajas del país, revelan algunos contrastes sorprendentes. Los rendimientos fueron altamente variables, en forma particular, de una finca a otra. No se encontraron diferencias significativas entre los dos semestres de cultivo, entre las seis regiones del país, o entre opaco-2 y los mejores híbridos de endosperma normal. Se observó un aumento significativo (25 por ciento) en los rendimientos cuando se reemplazó la tecnolo-

gía tradicional del agricultor con un paquete de prácticas culturales, que incluían fertilidad adecuada y control de insectos y malezas. Los híbridos opaco-2 mejoraron sustancialmente el rendimiento potencial, en comparación con las variedades tradicionales del agricultor, ya sea usando su tecnología existente (46 por ciento de aumento) o el paquete de prácticas mejoradas (32 por ciento de aumento). Estos datos se resumen en la Fig. 6.

Al comparar los híbridos normales con sus contrapartes de opaco-2, se observó una ventaja no significativa para los normales, en ambas versiones, blanca y amarilla. En 21 de los 75 ensayos cosechados, un híbrido opaco fue el de rendimiento más alto. Estos resultados indican un potencial importante para maíz opaco-2 en los trópicos.

Tipos cristalinos modificados

Para solucionar los problemas de aceptación del agricultor y del consumidor, se está dando un gran impulso a la obtención de un maíz más parecido a los tipos duros actualmente cultivados y consumidos en las tierras bajas. La primera separación de los tipos cristalinos, de endosperma duro, reveló que fue posible combinar la característica dura con un nivel alto de lisina y triptófano, mejorando así la calidad de la proteína. En 1972 se contemplaron dos ciclos posteriores de selección con ambos tipos de maíz, blanco y amarillo, y estas selecciones ya están listas para recombinación como fuentes útiles para el mejorador.

La primera población prometedora de opaco-2 del CIMMYT con endosperma modificado (Ver. 181 x Ant. Gpo. 2) x Ven 1 opaco-2, ha sido aumentada en el CIAT y probada con ratas, en estudios de nutrición con niños y en un estudio piloto comercial. La calidad de la proteína parece ser buena, y las empresas comerciales informan que no se pre-

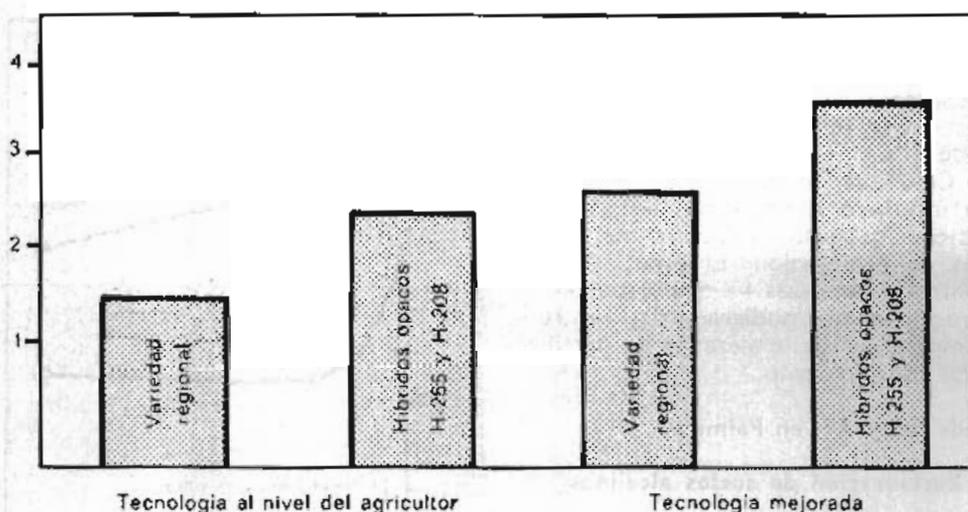


Fig. 6. Rendimiento de los híbridos opacos (H-208 y H-255) comparados con variedades regionales, bajo dos niveles de tecnología (ton/ha).

sentan problemas inusitados en el procesamiento. Esta será una ventaja muy valiosa sobre los tipos corrientes de endosperma suave.

Una muestra molida de grano entero, recibida del CIMMYT, una muestra de endosperma de un lote de maíz cultivado en el CIAT, y un testigo a base de caseína se compararon en estudios de nutrición con niños. Se estudiaron cuatro niveles de suministro de proteína. La utilización neta de proteína y el valor biológico de las dos dietas del ensayo resultaron esencialmente iguales al testigo. Esto confirma aún más la calidad de la nueva selección cristalina. Los datos de los ensayos hechos con ratas y con porcinos se incluyen en la sección de Sistemas de Producción de Porcinos del presente informe.

Trabajo adicional de nutrición en maíz

Se están perfeccionando, para uso en los primeros pasos de selección, unas técnicas para separar granos individuales de alta calidad, ya sea de endosperma duro o suave. Estas selecciones se basan en cortes muy delgados de endos-

perma, los cuales son tratados con colorante y observados en un microscopio.

En el Hospital Universitario se está ensayando un nuevo método para hacer evaluaciones biológicas de cantidades extremadamente pequeñas de endosperma de maíz. En este estudio, algunos voluntarios humanos ingieren una muestra de maíz preparada como una "arepa", un alimento tradicional en Colombia, hecho a base de maíz. Dos horas después, se extrae de cada participante una pequeña muestra de sangre; el nivel de aminoácidos libres esenciales en esta muestra indica, con precisión relativamente buena, el contenido de aminoácidos y la calidad biológica total de la muestra ensayada.

AGRONOMIA Y SUELOS

Los grupos de Agronomía y de Suelos han desarrollado actividades de investigación y de adiestramiento en los suelos aluviales del centro de operaciones del CIAT, cerca a Palmira y en los "oxisoles" de Carimagua, en los Llanos Orientales. En el primer sitio, el cultivo de maíz presenta mucho interés tanto

en escala comercial como en la de subsistencia. En Carimagua, el principal interés es obtener maíz como alimento de consumo humano para aquellas personas que se ocupan de la industria ganadera. En Turipaná, en la costa norte de Colombia, un estudiante graduado y un ingeniero agrícola han hecho trabajos con los suelos pesados y mal drenados de esta región. El especialista en control de malezas ha estudiado las interacciones que pudieran existir entre la competencia de malezas y la fertilización con nitrógeno.

Sede del CIAT, en Palmira

Restauración de suelos alcalinos

Se utilizó la planta de maíz para medir los efectos del yeso, el azufre, estiércol y la aplicación de fertilizantes en un suelo alcalino en donde hubo cultivos anteriores de sorgo y de soya, los cuales resultaron, esencialmente, un fracaso total. El pH del suelo varía alrededor de 8.0 y la relación Ca:Mg se aproxima a 1. El alto contenido de Mg parece tener un efecto dispersante similar al que tiene el Na. La aplicación al suelo de correctivos fue seguida, durante casi un año, por lixiviación producida por lluvias naturales o por irrigación. Pareciera que la mayor respuesta se obtuvo con aplicaciones de NPK y que, en la ausencia de un fertilizante agregado, los efectos del yeso y del azufre, son negativos (Fig. 7).

Ensayo de uniformidad

Se utilizó una plantación de maíz como índice para determinar si el suelo, después de ser preparado, quedó uniforme. El campo que se utilizó con este propósito no había sido sembrado anteriormente. Los índices de rendimiento y esterilidad (debidos a la deficiencia de boro) se determinaron al tiempo de la cosecha, en 1.215 unidades experimentales de dos surcos de 30 metros de largo. Esta técnica fue útil para usar con mayor eficiencia un campo determinado en el cual se establecen ex-

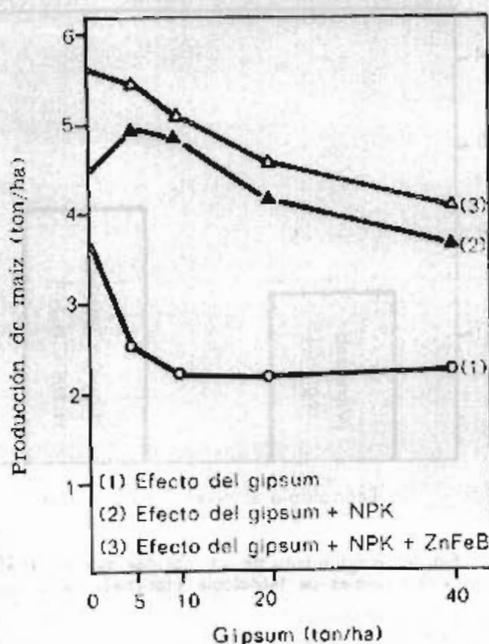


Fig. 7 Efectos de gipsum, NPK, y ZnFeB en la recuperación de un suelo alcalino.

perimentos con pequeñas parcelas replicadas, los cuales sirven para estudiar diferentes factores relacionados con la fertilidad del suelo, en este caso, las deficiencias de boro y zinc así como el manejo del suelo. Diferentes variedades de frijol, maíz y sorgo, se están "tamizando" o seleccionando para determinar su tolerancia a los bajos niveles de boro disponible. Estas pruebas complementarán la información preliminar obtenida en ensayos anteriores los cuales se hicieron con plantaciones de sorgo y soya.

El ensayo de uniformidad se sembró utilizando un método de labranza mínimo consistente en la preparación de la sementera, incluyendo rastreo con discos y acamadora y sembradora común. Se estableció un patrón de tráfico de maquinaria dentro del campo para reducir al máximo la compactación del suelo. Los surcos por donde se estableció el tráfico de maquinaria se utilizaron para operaciones de drenaje y de irrigación del maíz sembrado en las camas. Las condiciones físicas del suelo en



Mazorca que muestra los síntomas típicos de la deficiencia de boro, en este caso, la polinización defectuosa en el momento en que los pistilos están en receptividad; esta deficiencia es muy seria en algunos suelos tropicales.

las camas sin compactar mejoraron notablemente durante el ciclo de cultivo, lo cual estimuló el diseño de una serie de experimentos sobre manejo del suelo basados en métodos de labranza reducida y sin labranza alguna. Además, se hizo una siembra comercial de un lote de dos hectáreas al cual no se hizo nin-

guna labranza; todos los residuos vegetales se dejaron en la superficie. Se usó una sembradora común, con rejas de arado rodantes, montadas en el frente de la sembradora para cortar la masa de residuos y raíces del cultivo anterior, sembrando el nuevo cultivo sobre el caballón anterior. La siembra se llevó a cabo sin ningún problema y la población resultó excelente.

Aplicación de nitrógeno y competencia de malezas

Las recomendaciones efectivas sobre control de malezas para cultivadores de maíz en los trópicos ya están disponibles; sin embargo, aún no se tienen datos definitivos sobre competencia de malezas para establecer la pérdida económica causada por las malezas en los trópicos. Se estableció un experimento factorial para estudiar la posible interacción entre la fertilización con nitrógeno así como el tipo de control de malezas y el grado de competencia de malezas.

Los resultados obtenidos mostraron algunas interacciones muy claras siendo la más notable de ellas la falta de respuesta a la aplicación de N por el maíz en los lotes testigos enmalezados. No resultó rentable la aplicación de N a menos que estuviera combinada con algún tipo de control de malezas. En general, el rendimiento de maíz asociado con algún método de control de malezas sin aplicación de N, resultó apenas ligeramente superior que el del testigo enmalezado. Se obtuvo un mayor aumento en rendimiento al integrar un método efectivo de control de malezas (ya fuese manual o químico) con el uso de N, y la respuesta de rendimiento máximo se produjo con un alto nivel de N.

ICA-CIAT, Carimagua

Tolerancia a suelos ácidos

En 1971 se "tamizaron"* 20 variedades de maíz, en la forma en que se describe en la página 118 del Informe

* "Tamizar" = seleccionar (en inglés: to screen).

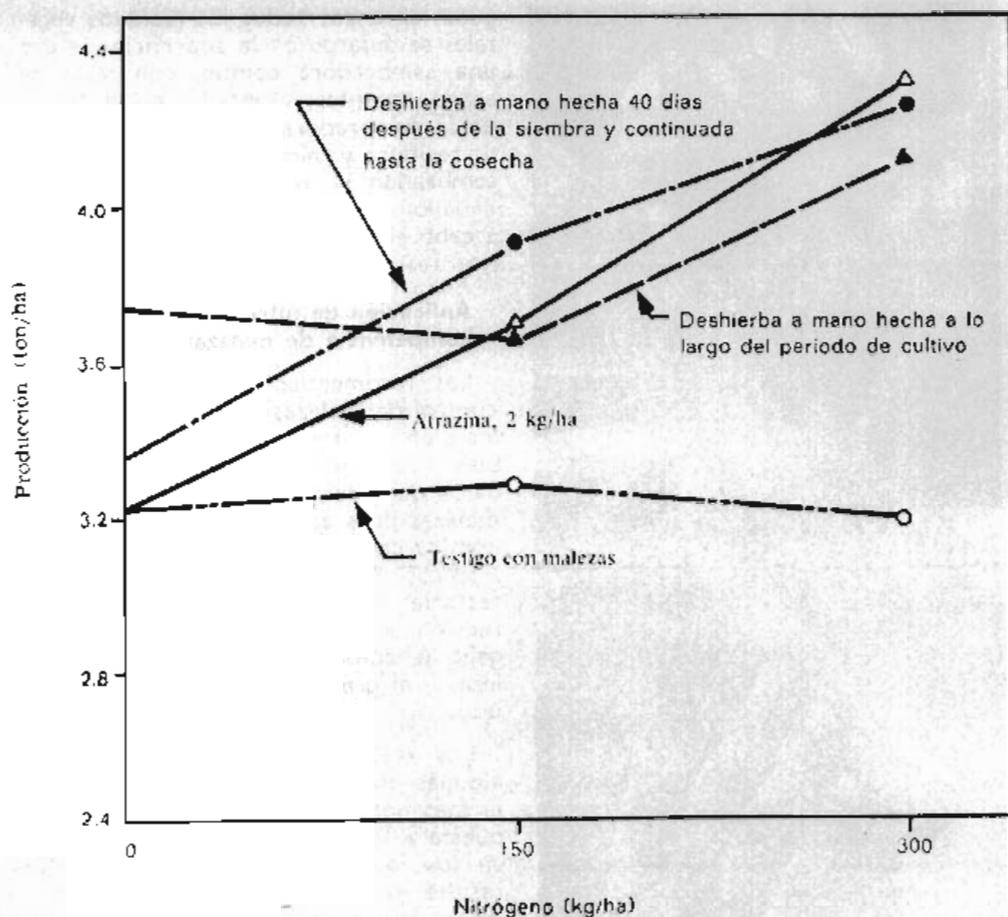


Fig. 8. Efecto de la aplicación de nitrógeno y del método de control de malezas en el rendimiento de maíz en el campo.

Anual del CIAT de 1971. Se tamizaron 240 variedades en el primer ciclo agrícola del año 1972A y las mejores de éstas se sembraron nuevamente en pruebas de rendimiento. También se han dado los primeros pasos para seleccionar y multiplicar semilla, con el propósito de proveer material de siembra para pruebas hechas fuera del respectivo ciclo agrícola de 1973.

Hemos encontrado un rango sorprendentemente amplio de tolerancia a la acidez del suelo. La Fig. 9 muestra la respuesta promedio a la cal, de 240 variedades y en contraste, los resultados de las seis mejores variedades en

las cuales la mayor respuesta fue al primer nivel de aumento de cal (0.5 ton/ha).

Respuesta a micronutrientes

Se sembró maíz bajo riego durante la época seca de 1972 en un ensayo con micronutrientes en el cual no se obtuvo ninguna respuesta significativa a los elementos aplicados. Los rendimientos fueron los mayores que se hayan obtenido hasta la fecha en siembras de maíz hechas en Carimagua. El mejor rendimiento por parcela individual fue de 5.9 ton/ha y el promedio para el experimento fue de 4.7 ton/ha. Este prome-

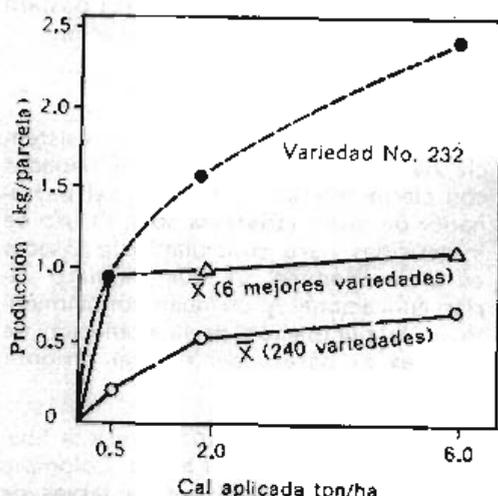


Fig. 9. Rendimientos de maíz en Carimagua bajo cuatro tratamientos de cal (1972A).

El rendimiento del testigo absoluto, el cual, en las tres repeticiones, fue de cero.

ENTOMOLOGIA

Los problemas entomológicos recibieron mucha atención, ya que los insectos constituyen uno de los problemas que limitan más drásticamente la población de las plantas en el campo. La reducción en los rendimientos debida a esta causa fue evidente en toda la zona andina. Los trabajos que se han adelantado incluyen resistencia varietal, control químico y microbiológico para (*Spodoptera frugiperda*), y control biológico para (*Diatraea saccharalis*).

El control integrado se practica en el campo a escala experimental y comercial en el CIAT. Se dará más importancia a la parte económica del control integrado a medida que se avanza hacia el diseño de sistemas de cultivo que incluyan labranza mínima y diversas combinaciones de cultivos (cultivos múltiples).

Resistencia varietal

Los ensayos para encontrar resistencia varietal se continuaron en tres loca-

CUADRO 6. Daño de *Diatraea* sp. en ensayo de tamizado de maíz en Carimagua, en 1972A.

Genotipo	Porcentaje de entrenudos dañados
ICA H. 255	18.4
Tropical Flint	22.4
D.H. 253	25.9
Variety - Line Cross 9098	27.8
INIAP 509-2	30.0
G-8757	100.0

lidades: CIAT-Palmira, ICA-Nataima, e ICA/CIAT-Carimagua. El mayor grupo de los materiales genéticos (240 líneas) fue "tamizado" en Carimagua en 1972A. Se compararon cuatro niveles de aplicación de cal, como parte de un ensayo agronómico y se hizo la evaluación entomológica del daño de *Diatraea* sp. al nivel intermedio de cal (2.0 ton/ha). En el Cuadro 6 se presentan datos parciales de este estudio. Los resultados de dos semestres en CIAT-Palmira confirman este rango en susceptibilidad.

Los datos incluidos en el Cuadro 7 para seis híbridos y variedades, corresponden al "tamizado" llevado a cabo durante los dos ciclos anteriores en los semestres 1971B y 1972A, de un ensayo que incluyó aproximadamente 150 genotipos.

Finalmente se probó en el CIAT, en el primer ciclo de 1972, la resistencia varietal de varios compuestos recientemente seleccionados. Los compuestos braquíticos tuvieron un rendimiento muy bajo y mostraron un menor daño

CUADRO 7. Daño de *Diatraea* sp. durante dos semestres de tamizado en CIAT-Palmira, 1971-1972.

Genotipo	Porcentaje de entrenudos dañados		\bar{X}
	1971B	1972A	
XB-101	21.9	23.2	22.6
X-304	19.9	39.2	29.6
624 P ₁ Br ₁	27.4	32.8	30.1
XB-101A	24.6	37.5	31.0
Kysan Syn 70	27.5	43.9	35.7
Blanco común	47.3	53.5	50.4

de *Diatraea* en los entrenudos, en comparación con las selecciones normales. Sin embargo, las plantas braquíticas con el mismo nivel de daño en el tallo que las plantas normales resultaron mucho más resistentes al volcamiento, probablemente por su corta estatura y tallo grueso.

Control químico y microbiológico de *Spodoptera* sp.

El mayor daño causado por el gusano cogollero a los maíces tropicales se localiza en el punto de crecimiento, produciendo plantas enanas que no dan mazorcas. Con el propósito de proteger la fauna benéfica se probó la eficacia de ocho insecticidas granulados y de un agente fungoso. En el Cuadro 8 se incluyen las dosis y los efectos producidos por cada tratamiento ensayado. Los primeros seis productos mencionados fueron más efectivos, mostrando mayor efectividad Hoe-2960 y Cytrolane al 2 por ciento. Al cosechar el ensayo, se evaluó el daño de los barrenadores para probar el poder residual y la posible traslocación del producto. Estos resultados se indican en la última columna del Cuadro 8. Resultó aparente la efectividad de Furadan para el control de *Diatraea* sp. Las observaciones realizadas en este ensayo indican que el producto ideal en esta zona para controlar ambas plagas, deberá combinar las características de Hoe-2960 y Furadan (lento y rá-

pido), suministrando un control bastante aceptable con una sola aplicación.

Control biológico

Los ensayos para determinar resistencia han identificado algunas variedades con cierta tolerancia al daño del barrenador del maíz (*Diatraea* sp.). El uso de insecticidas para controlar este insecto es antieconómico, ya que requiere varias aplicaciones y un buen conocimiento de la fluctuación de la población de *Diatraea* sp. para poder realizar un óptimo control.

Se ha iniciado un estudio para la liberación en diversos valles de Colombia de los siguientes parásitos de larvas de *Diatraea* sp.: *Apanteles flavipes*, de India; *Metagonistylum mineansis*, del Amazonas; *Paratheresia claripalpis*, del Perú; *Lixophaga diatraea*, de Cuba; y *Jaynesleskia jaynesi*, de Colombia. La multiplicación de los parásitos anteriormente nombrados se puede hacer en condiciones de laboratorio, necesitando larvas del hospedero *Diatraea* sp. La obtención de dichas larvas del campo es muy laboriosa y requiere suficiente mano de obra, por lo que en el laboratorio se probaron varias dietas artificiales para la crianza de *Diatraea* sp. a fin de tener material biológico para los diferentes estudios de laboratorio y de campo. El costo de preparación de la dieta artificial es de un dólar por cada

CUADRO 8. Control de *Spodoptera* sp. y *Diatraea* sp. en maíz con aplicación de varios insecticidas granulados y un agente microbial. CIAT-Palmira, 1972A.

Tratamiento	Dosis (i.a./ha)	Porcentaje de efectividad comparada con el control		Porcentaje de entrenudos dañados
		48 horas	7 días	
Hoe-2960	400 g	90.0	99.5	25.8
Cytrolane 2%	750 g	97.0	96.5	30.1
MC-2188 5%	200 g	94.0	84.4	35.2
Trichlorofon 3%	1500 g	86.3	88.9	32.7
Thiodan Standar 3%	750 g	77.3	69.5	34.1
Cebicid 4.5%	1125 g	73.2	70.8	27.2
Thiodan (L+R)	750 g	66.8	61.1	36.2
Furadan (L+R)	750 g	65.0	39.0	8.3
Metarrhizium Anisopiliae	*	23.5	32.7	38.1
Lotes testigos		0	0	42.6

* El número de esporas por cc no se determinó.



Larvas de *Diatraea saccharalis* alimentándose con dietas artificiales a base de harina de frijol.

500 larvas. La dieta de frijol hervido ha dado excelentes resultados para una serie de larvas de lepidópteros, pero se observó que esta dieta no producía un crecimiento normal de *Spodoptera frugiperda*, por lo que se preparó una dieta similar, con la única diferencia que el frijol no se sometió a hervor. Se concluyó que esta dieta favorece el crecimiento y desarrollo de *Spodoptera frugiperda*, produciendo un aumento de peso, en larva y en pupas, disminuyendo el tiempo del período larval y obteniendo adultos normales. El CIAT publicó un boletín detallado sobre el uso de estas dietas, el cual está a disposición de los interesados.

Estudios de población de *Spodoptera* sp.

Se realizan estudios de fluctuación de población de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo del maíz, por lo que se hicieron siembras quincenales. Los datos ob-

tenidos hasta la fecha nos muestran que las mayores poblaciones del "cogollero" se hacen presentes durante las primeras lluvias (principios de invierno), con altas temperaturas, en tanto que los ataques del gusano "tierrero" se presentan más que todo en épocas secas o en períodos de lluvias esporádicas. Esta observación puede ser útil al proyectar control, no sólo en el cultivo de maíz, sino en muchos otros que son atacados por *S. frugiperda*.

ECONOMIA

La investigación realizada en 1972 sobre economía agrícola estuvo encaminada a determinar los factores asociados con los bajos rendimientos de maíz, conocimiento del proceso de adopción de semillas mejoradas, estimación de la modificación o cambio en el costo de producción y mayor utilización de mano de obra debida a la introducción de nue-

vas técnicas, y estimativo de la disponibilidad económica de la utilización del maíz, en remplazo parcial del trigo en la elaboración del pan.

Mientras se terminan los trabajos iniciados anteriormente, los resultados preliminares obtenidos indican que con los precios actuales establecidos en Colombia, sería económicamente favorable usar maíz como sustituto parcial del trigo en el pan. Tal sustitución se considera como posible, hasta un nivel de sustitución del 27 por ciento de la harina total. Este remplazo podría hacerse bajo la certeza de que existe una disponibilidad de maíz en el mercado a los precios actuales que rigen en Colombia siendo, sin embargo, necesario un aumento en la producción, el cual logre solucionar la presente escasez de maíz.

ADiestRAMIENTO

Es esencial que cada investigador haya sido anteriormente un técnico capaz de sembrar, atender la plantación de maíz y cosechar con éxito el fruto de dicha plantación.

Con este propósito en mente, se ha ensayado un nuevo concepto con seis becarios colombianos en el segundo semestre de 1972, al impartir adiestramiento en agronomía, mejoramiento y fisiología de maíz. Este programa incluyó experiencias en investigación y en producción del cultivo, tanto a nivel comercial como a nivel del agricultor de subsistencia. El tiempo hábil de los becarios se dividió en cuatro actividades: producción a escala comercial en la estación experimental del CIAT (30 por ciento); ensayos o demostraciones a nivel del pequeño agricultor (10 por ciento); experiencia en investigación con el equipo de maiceros (40 por ciento) y participación en un proyecto especial de investigación o de desarrollo (20 por ciento).

El programa de adiestramiento en producción del CIAT está planeado y supervisado por el coordinador de adies-

tramiento de ciencias agrícolas. Incluye experiencia práctica sobre la siembra de maíz, soya, arroz, fríjol, yuca, sorgo y plantas hortícolas.

Esta experiencia en aspectos de producción preparará mejor a los técnicos para atender sus propios ensayos y asegurar la obtención de datos confiables. El trabajo hecho en la sede del CIAT y los ensayos de adaptación realizados con los agricultores de subsistencia, servirán para que el becario reciba los conocimientos necesarios sobre el cultivo y su manejo, enfoque su atención hacia los factores más limitantes en la producción, y ponga en perspectiva el trabajo de investigación para resolver los problemas más críticos del agricultor.

La labor de investigación cumplida con el equipo de técnicos del programa de maíz incluye una participación directa en los proyectos de varias disciplinas: mejoramiento, fisiología, agronomía, entomología, nutrición y economía agrícola. Los becarios trabajan con los científicos en el campo y en el laboratorio con el fin de aprender las técnicas esenciales en el proceso de investigación. A cada becario se asigna un proyecto de investigación específico, el cual constituirá un segmento del programa global de investigación. El becario será responsable de la conducción de su proyecto y deberá definir los objetivos, organizar y realizar la siembra en el campo, reunir los datos más importantes durante el ciclo del cultivo, analizar e interpretar la información de campo y finalmente, preparar un resumen del ensayo. Los resultados obtenidos formarán parte del informe final de cada becario; este informe servirá para evaluar la experiencia adquirida por el becario en el CIAT.

Como ejemplo de los proyectos especiales desarrollados con los becarios se pueden citar algunos ensayos internacionales, el proceso de conversión de maíz opaco-2, a un tipo de endosperma duro, investigaciones sobre labranza mínima, sistemas de siembra y de preparación del terreno y estudio del efecto del foto-

período y de la temperatura sobre la planta de maíz.

Un interno posgraduado y un becario para investigación, procedentes de Ecuador y de Haití, respectivamente, terminaron un período de un año de adiestramiento habiendo desarrollado proyectos especiales de investigación sobre mayor eficiencia en el cultivo de maíz y sobre mejoramiento de sorgo. Se organizó un curso especial sobre algunas fases del trabajo de laboratorio y de campo en relación con el mejoramiento de la calidad de proteína, para becarios de Ecuador y de Nepal. En el mes de agosto, los becarios del programa de maíz y varios técnicos del ICA participaron en el segundo curso intensivo sobre mejoramiento de maíz.

ACTIVIDADES INTERNACIONALES

La publicación trimestral "El Maicero" fue distribuida por primera vez en la zona andina, en el año 1972. Los primeros cuatro números se enviaron a unos 300 técnicos de América Latina, quienes trabajan en programas de investigación o bien tienen un marcado interés en el fomento del cultivo de maíz. Los técnicos de la zona envían información para la preparación de este boletín

incluyendo resultados preliminares de algunas investigaciones, objetivos que persiguen los programas nacionales, noticias sobre organizaciones internacionales, casas comerciales y otros grupos interesados.

En agosto de 1972, el CIAT despachó la semilla para sembrar una serie de ensayos uniformes en la zona andina. La prueba denominada "Ensayo de la Zona Andina Tropical" (ENZAT), la cual incluye 35 variedades e híbridos, se envió a 23 localidades, y la prueba denominada "Ensayo de la Zona Andina, Sierra" (ENZAS), con 18 variedades, se envió a 15 localidades. Los resultados del primer ciclo se resumirán y presentarán en la próxima reunión de dicha zona. Esta conferencia está programada para realizarse en marzo de 1973, en Cochabamba, Bolivia. Se ha planeado otra conferencia para febrero de 1973 sobre algunos aspectos prácticos del control de insectos y enfermedades, y resistencia genética al ataque de tales agentes.

En el Cuadro 9 se resumen los principales resultados obtenidos en los ensayos internacionales y regionales sembrados en el CIAT durante los últimos dos años.

TABLA 9. Resultados de ensayos internacionales sembrados en el CIAT durante los semestres 1970 B y 1971 B.

Ensayo	Nombre	Nº var.	Nº rep.	Rend. (kg/ha)	Mejor var.	Rend. (kg/ha)	Origen
E70B-20	IMAN	50	2	1,816	Comp. Nte. Am.	5,445	Perú
E71B-20	IMAN	50	2	6,106	ICA H.154	9,828	Colombia
E71B-21	IACP	21	4	6,597	HS-209	8,116	Colombia
E71B-22	IACP	9	2	6,756	Cuba 40 x Cuba	7,945	Tailandia
E71B-23	PCCMCA (ME)	27	4	7,248	Desarrural Exp.	9,671	Honduras
E71B-24	PCCMCA (BA)	30	4	7,199	Desarrural HB-105	9,029	Honduras
E71B-25	PCCMCA (OP)	9	4	4,852	Comp. B1. Car.0.	6,214	CIMMYT
E71B-26	PCCMCA (Br)	9	4	6,481	J-6309 x 6309	9,114	Poey Seed Co.

Los rendimientos obtenidos en estos ensayos fueron satisfactorios en el año 1971 siendo los mejores promedios de más de 7 ton/ha. En varios ensayos, los mejores híbridos produjeron más de 9 ton/ha, incluyendo un cruzamiento sencillo braquítico. Los ensayos de 1972 aún no se han cosechado. Además de estos ensayos que incluyen material comercial y experimental promisorio, se han sembrado y evaluado algunas progenies desarrolladas por el CIMMYT. Este germoplasma constituye la base genética con la cual esperamos lograr la reducción de la altura de la planta en poblaciones promisorias de maíz.

La coordinación de proyectos de investigación y de otros programas cooperativos hace necesario realizar viajes frecuentes, tanto dentro de Colombia como hacia el resto de la zona andina. En 1972, los técnicos del equipo de maiceros han viajado a Ecuador, Perú, Boli-

via, Venezuela, Brasil, América Central y México. Además, han participado en reuniones técnicas en Estados Unidos (California, Nueva York, Florida, Illinois y Carolina del Norte), Egipto, Kenia, Nigeria, Tailandia y México, en donde han presentado los resultados de las investigaciones realizadas dentro de los proyectos mencionados en este informe. Los asistentes de investigación y los becarios han trabajado en las estaciones experimentales del Instituto Colombiano Agropecuario denominadas "Carimagua", "Turipaná", "Tibaitatá", "La Selva" y "Nataima", como parte de su experiencia en investigación y de su programa de adiestramiento. Estos proyectos cooperativos en Colombia, Ecuador, Perú y otros países constituyen la base del enfoque internacional del CIAT, a la vez que contribuye a la distribución de germoplasma y a la movilización de nuevas ideas en la zona andina y en las áreas bajas tropicales.

Sistemas de Producción de Arroz



NUEVAS VARIEDADES

MEJORAMIENTO

CICA 4 e IR22

Las nuevas variedades de arroz recomendadas conjuntamente durante 1971 por el CIAT y el ICA están siendo actualmente probadas o sembradas en escala comercial en varios países. La variedad CICA 4 se conoce bajo ese nombre en Colombia, Venezuela, Brasil, Panamá, Costa Rica, Jamaica, Honduras y Guatemala, mientras que en Ecuador se le denomina INIAP 6 y en la República Dominicana Avance 72. La variedad IR22 se distribuye con ese nombre en Colombia, Venezuela, Panamá y Guatemala, como INIAP 2 en el Ecuador y Navolato A 71 en México.

Cruces

En 1972 se hicieron 61 cruces, con lo cual el total desde 1967 asciende a 642. El programa de cruzamiento está concentrado en la búsqueda de resistencia varietal a la enfermedad fungosa conocida como *Pyricularia*, bruzone o añublo. La mayoría de los cruces incluyeron como progenitores a las variedades Colombia 1 y Tetep, las cuales parecen poseer un amplio espectro de resistencia al hongo *Pyricularia oryzae*. Quince de los cruces son el producto de la intercruzada de varias líneas F_3 que parecen tener el mismo tipo de resistencia que posee Colombia 1. Otros



Transplante de líneas genéticas prometedoras de arroz a parcelas de observación y evaluación de características agronómicas y potencial de rendimiento.

cruces, 37 en total, de enano x F_1 Col 1 x enano), fueron hechos para combinar la alta capacidad de rendimiento, el excelente tipo y calidad de grano presentes en varias líneas promisorias con la resistencia a *Pyricularia* de algunas líneas F_5 . Además, Tetep se cruzó con seis de las mejores líneas promisorias. La variedad ICA 10, la cual es resistente a la enfermedad virosa hoja blanca, se retrocruzó con CICA 4 y con la Línea IR665-23-3-1 con el fin de combinar la resistencia al daño mecánico producido por el *Sogatodes orizicola*, el insecto vector de la hoja blanca, con el buen tipo de planta y la alta capacidad de rendimiento presentes, tanto en CICA 4 como en la selección de IR665.

Viveros

Se hicieron varias siembras de material segregante en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del ICA en Palmira (CNIA, Palmira) durante los meses de marzo, abril, junio, julio, agosto, septiembre y diciembre. Se sembraron cerca de 22.086 surcos (generaciones F_3 a F_8) los cuales se evaluaron por sus calidades de cocina y molinería, tipo de planta, vigor y resistencia a *Pyricularia* y daño mecánico de *Sogatodes*.

Se sembraron y evaluaron varias poblaciones F_2 provenientes de cruces triples; estas poblaciones consistieron en 1.152 familias, cada una de las cuales tenía unas 200 plantas cada una. Estos cruces, F_1 (enano x enano) x porte alto, resistente a *Pyricularia*, segregaron en la proporción de tres plantas altas por una enana (3:1). Las variedades Tetep, Dissi Hatif, C46-15 y Mamoriaka se utilizaron como progenitores resistentes a *P. oryzae*. El porcentaje de plantas con buen grano y tipo de planta fue bajo. Las poblaciones F_2 provenientes de cruces con Mamoriaka se descartaron debido a volcamiento y mal tipo de planta. En marzo se evaluaron 1.075 familias F_2 , cada una de las cuales tenía unas 200 plantas. Estas familias provinieron de retrocruces entre líneas ena-

nas excelentes pero susceptibles a *P. oryzae* con varias fuentes de resistencia a este hongo. Las poblaciones F_2 fueron evaluadas por su resistencia a *Pyricularia* en las camas de infección de Corinto, Valle y La Libertad, Meta. Aproximadamente, un 50 por ciento de las familias mostraron susceptibilidad y se descartaron; las restantes estaban segregando y de ellas se seleccionaron unas 4.000 plantas que recombinaban buen grano y tipo de planta. Este material está siendo evaluado como líneas F_3 siendo la mitad de este material resistente a *P. oryzae*.

Se están haciendo selecciones de plantas dentro de 150 familias F_2 , cada una de las cuales tiene unas 200 plantas. Estas familias proceden de retrocruces entre plantas F_1 resistentes a *P. oryzae* y varias selecciones de IR305; el objetivo era el de combinar resistencia a *Pyricularia* con la alta capacidad de rendimiento de IR305.

Se estudiaron otras fuentes de resistencia a *P. oryzae*, tales como generaciones F_3 provenientes de cruces simples entre líneas enanas y Tetep, C46-15 y Dissi Hatif. Las selecciones hechas se encuentran ahora en F_4 . Se evaluaron alrededor de 6.000 líneas F_4 procedentes de retrocruces entre líneas enanas y Colombia 1, selección esta que ha mantenido su resistencia durante muchos años. Aun cuando la mayoría de esas líneas eran resistentes a *Pyricularia*, presentaban algunos caracteres agronómicos indeseables y por tal razón, se hicieron muy pocas selecciones, las cuales están ahora en generación F_5 .

Varias líneas F_3 provenientes de cruces con IR841, IR579 e IR930 combinan la mayoría de los caracteres deseables, exceptuando la resistencia a *P. oryzae*. Algunas de ellas proceden de cruces de Colombia 1 con CICA 4, IR506, IR634, IR661, IR662 e IR665 y aún poseen resistencia a *Pyricularia*. Se seleccionaron 360 plantas de líneas F_3 para ser evaluadas como líneas F_6 y como material de observación en el año 1973,

el cual debe ser observado rigurosamente durante algunas generaciones más antes de hacer conclusiones definitivas.

Las observaciones de campo indican que los cruces simples y triples entre progenitores altos y enanos no producen líneas F_3 promisorias. Por consiguiente, los cruces tendientes a buscar resistencia a *P. oryzae* o los cruces que incluyan progenitores altos y enanos requerirán algunas modificaciones en el programa de cruzamiento. En otras palabras, se harán más retrocruces hacia la línea enana.

En síntesis, la mayoría del material genético es enano, precoz, resistente al daño mecánico producido por el insecto *Sogatodes orizicola* y tiene buena calidad de cocina y molinería. La búsqueda de resistencia varietal a *P. oryzae* continúa siendo un problema difícil de resolver y constituye el principal objetivo del programa de mejoramiento.

Líneas de observación

Se sembró un total de 390 líneas en parcelas con cuatro surcos, de 5 m de largo y sin replicaciones; CICA 4 rindió en promedio 8.2 ton/ha mientras que variedades locales usadas como testigo produjeron de 3.7 a 5.0 ton/ha. Muchas líneas rindieron de 8 a 10 ton/ha, pero la mayoría de ellas tenían mal tipo de grano o tallos débiles; solamente 93 líneas fueron seleccionadas para ser estudiadas en ensayos de rendimiento.

Ensayos de rendimiento

Se sembraron 93 de las líneas más prometedoras en parcelas de ocho surcos sin replicaciones, en la sede del CIAT y en los centros experimentales del ICA en Palmira, Turipaná y La Libertad. En Carimagua, también se hizo una siembra con el fin de determinar la resistencia de estas líneas a las condiciones de acidez del suelo. Además, en Turipaná, una replicación del experimento se sometió a condiciones de riego y otra a cultivo en seco;

CICA 4, IR22, IR8, selección de IR665 y otras variedades locales fueron incluidas como testigo. Hubo fuertes ataques de *P. oryzae* en las hojas y cuello de las panículas en muchas líneas en La Libertad y Turipaná, mientras que en Palmira, en algunas líneas, se observaron moderados ataques de añublo del cuello de la panícula. La enfermedad llamada pudrición de la vaina (*Corticium* sp.) afectó bastante a muchas líneas en La Libertad, Turipaná y Palmira. Hubo una incidencia moderada de *Helminthosporium* sp. y de *Cercospora* sp. en Turipaná. En Palmira y Turipaná hubo volcamiento en algunas líneas. El anaranjamiento (una forma de toxicidad producida por el hierro) fue un factor importante en La Libertad.

Con el fin de tener una idea del rendimiento obtenido en el molino, se procesó un kilo de arroz de cada una de las 50 mejores líneas en el campo; con este propósito se utilizó un pequeño molino experimental. Se determinó el contenido de amilosa y se cocinaron pequeñas muestras de cada una de las líneas para tener una idea más precisa de su comportamiento en la cocina.

Se seleccionaron 15 líneas para ser evaluadas más intensamente en pruebas regionales en el año 1973. El rendimiento obtenido y algunas características de estas líneas se incluyen en los Cuadros 1 y 2. Algunas líneas parecen tener la misma capacidad de rendimiento de CICA 4. Muchas de ellas rindieron un 15 por ciento más que IR8 e IR22, y un 30 por ciento más que Bluebonnet 50.

Algunas pocas parecen ser promisorias para seco. Algunas líneas, como 3640, 3641, 3656 y 3703, rindieron bastante a pesar de los ataques de añublo del cuello de las panículas que se produjeron en La Libertad, mientras que otras, como 3656 y 3703, mostraron ser promisorias para cultivos en seco. Las líneas 3640 y 3641 parecen ser resistentes a las razas del añublo que existen en La Libertad y en Turi-

CUADRO 1. Rendimiento de 15 líneas promisorias y algunas variedades en cuatro regiones de Colombia.

Línea No.	Cruces	Pedigree	CIAT	ICA	La Libertad	Turipaná		Promedio general
						Inundación	Secano	
3626	IR930-2xIR532-E208	P726-239-1-2	7232	7504	2042	4222	3333	4867
3630	IR930-2xIR532-E208	P726-287-2-1	9614	7890	1083	4111	3667	5273
3640	IR930-80xIR822-432	P753-40-3-1	8998	7227	3330	6822	4444	6164
3641	IR930-2xIR822-432	P723-6-3-1	8354	7644	3575	4400	3333	5461
3649	IR930-36xIR532-E208	P733-88-3-2	9814	7145	2250	5333	4733	5855
3656	IR930-53xIR579-160	P738-97-3-1	10676	8250	2958	8400	4800	7096
3657	IR930-53xIR579-160	P738-137-3-1	11070	8250	2958	8400	4800	7096
3658	IR930-53xIR579-160	P738-137-4-1	10802	7483	2958	7288	4511	6608
3669	IR579-16-1xIR532-1-33	P757-12-3-3	8592	8190	2333	5667	2033	5363
3671	IR579-16-1xIR532-E208	P758-30-2-1	8879	7433	1833	5355	2444	5189
3689	IR577-38-2-2xIR532-E208	P761-86-1-3	8020	8114	1583	5400	3622	5348
3703	IR930-2xIR662-1-108-5	P773-44-3-1	9230	7945	3666	6667	5622	6626
3713	IR930-80xIR532-E208	P780-55-1-1	10494	8616	1375	6755	3688	6185
3714	IR930-2xIR532-1-33	P725-10-2-2	9087	9235	2333	5611	4355	6124
3717	IR930-2xIR665-31-6-5	P792-47-2-2	9255	9058	2167	5155	3500	5827
Línea 13			10175 ¹	6442 ¹	—	8222	5577	7604
Bbt. 50			6570	6352	—	4111	2556	4897
IR8			9102	—	—	4333	3178	5538
CICA 4			9258 ²	8982 ²	3281	6135 ²	4943 ²	6522
IR22			8257	5933	2875	6244	4266	5515

1 Promedio de 7 parcelas

2 Promedio de 14 parcelas

CUADRO 2. Datos de molinería, calidad culinaria y desgranamiento de 15 líneas seleccionadas en comparación con algunas variedades comerciales.

Línea No.	Cruces	Pedigree	Longitud del grano	Centro blanco	% de granos enteros	% total arroz blanco	% de amilosa	Desgranamiento ¹
3626	IR930-2xIR532-E208	P726-239-1-2	7.2	0.0	53.0	59.3	29.7	MS
3630	IR930-2xIR532-E208	P726-287-2-1	6.8	0.0	56.0	60.5	29.6	MS
3640	IR930-80xIR822-432	P753-40-3-1	7.0	0.0	37.5	45.0	30.6	MS
3641	IR930-2xIR822-432	P723-6-3-1	7.0	1.0	49.6	67.8	30.9	R
3649	IR930-36xIR532-E208	P733-88-3-2	7.0	0.2	50.2	55.9	29.0	MR
3656	IR930-53xIR579-160	P738-97-3-1	7.0	0.0	51.0	61.5	30.9	MR
3657	IR930-53xIR579-160	P738-137-3-1	7.0	0.2	52.5	63.0	30.6	MS
3658	IR-930-53xIR579-160	P738-137-4-1	7.0	0.6	54.2	64.4	30.7	MR
3669	IR579-16-1xIR532-1-33	P757-12-3-3	7.2	0.0	34.0	52.5	30.6	MR
3671	IR579-16-1xIR532-E208	P758-30-2-1	7.2	0.0	56.0	58.7	30.5	MR
3689	IR577-38-2-2xIR532-E208	P761-86-1-3	7.0	0.8	61.6	65.1	30.4	MS
3703	IR930-2xIR662-1-108-5	P773-44-3-1	7.0	0.8	65.0	69.0	30.6	MR
3713	IR930-80xIR532-E208	P780-55-1-1	7.0	0.4	49.5	59.0	29.0	R
3714	IR930-2xIR532-1-33	P725-10-2-2	7.0	0.4	48.0	57.0	29.2	MR
3717	IR930-2xIR665-31-6-5	P792-47-2-2	7.0	0.4	54.9	60.5	28.2	S
CICA 4			6.8	0.6	36.5	47.0	25.8	S
IR22			6.8	0.0	—	—	29.0	MS
Bbt. 50			7.2	0.0	56.3	60.0	26.8	MS
IR8			6.5	1.0	32.0	41.0	30.2	R

¹ R = Resistente; MR = Moderadamente resistente; MS = Moderadamente susceptible; S = Susceptible.

paná; aproximadamente, el 10 por ciento de las panículas fue atacado por añublo mientras que otras líneas mostraban un ataque más alto que el 60 por ciento. La variedad CICA 4 presentó un ataque del 35 por ciento en sus panículas con esta enfermedad.

La mayoría de las líneas estudiadas tienen un grano largo, delgado y translúcido, el cual, después de ser sometido a la cocción es seco y suelto. Los porcentajes de arroz entero y arroz total, en algunas líneas, parecen ser similares o más altos que los de Bluebonnet 50. La mayoría de estas líneas presenta menos desgrane que CICA 4.

En resumen, la mayoría de las 15 líneas es susceptible a *Pyricularia* y pudrición de la vaina, es superior a CICA 4 en tipo de grano, rendimiento en molino y desgrane. Sin embargo, para confirmar estos datos, es necesario llevar a cabo más ensayos.

AGRONOMIA

La mayor eficiencia que pueda obtenerse con la aplicación de nitrógeno fue uno de los objetivos principales de la investigación agronómica realizada en el año 1972. Este factor específico se estudió a través de experimentos que incluyeron a) nivel de aplicación y época de aplicación y b) el manejo de agua de riego y prácticas de fertilización.

Niveles y época de aplicación de nitrógeno

En estos experimentos se empleó la variedad CICA 4. Los resultados se muestran en las Figs. 1 y 2. El rendimiento más alto que se obtuvo, 7.609 kg/ha, fue producido con 100 kg N/ha aplicado 25 días después de la siembra. Esta época de aplicación resultó superior a la incorporación del nitrógeno hecha en el suelo inmediatamente antes de la siembra. En la Fig. 2 se muestra una comparación entre aplicaciones simples y aplicaciones fraccionadas de nitrógeno. Las mejores aplicaciones simples

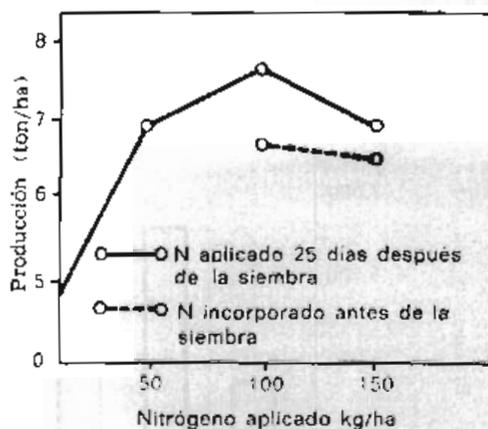


Fig. 1. Respuesta de la variedad CICA 4 a las aplicaciones de nitrógeno.

fueron hechas a los 25 ó 50 días después de la siembra, mientras que la mejor aplicación fraccionada fue de 50 kg N/ha a los 25 días, seguida por otra de 50 kg N/ha a los 50 días. Aparentemente, no hubo ninguna diferencia en hacer más de una aplicación de nitrógeno.

Se hicieron pruebas de molinería con muestras obtenidas de estos tratamientos y se encontró que el rendimiento más alto de granos enteros correspondió al rendimiento más alto en el campo y con los tratamientos de fertilización que resultaron ser más efectivos.

Producción de socas

En varios países, con frecuencia, los agricultores recogen la cosecha principal y permiten un nuevo crecimiento de la planta para producir una segunda cosecha, o sea, de lo que se conoce como soca. Antes de adoptar una nueva variedad, los agricultores se interesan por conocer cuáles podrían ser los posibles rendimientos producidos por la soca.

Después de cosechar un lote, en él se hacía una prueba de variedades, se permitió que las plantas de algunas de estas variedades crecieran nuevamente

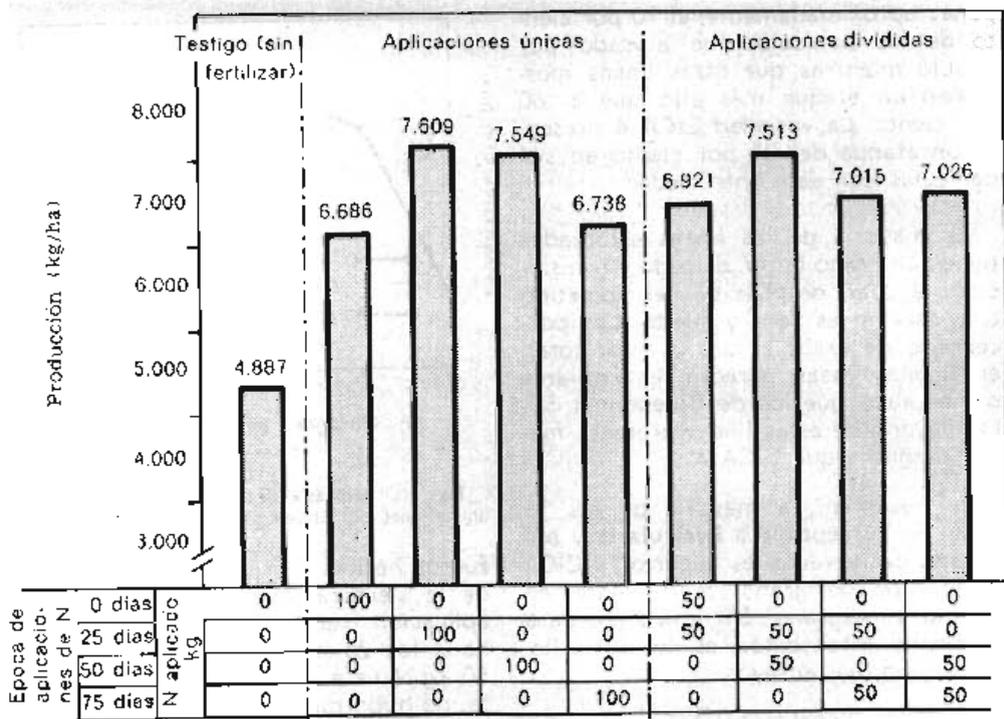


Fig. 2. Efecto de las épocas de aplicación de nitrógeno en la cosecha de la variedad CICA 4.

para determinar la capacidad de producción de la soca (Cuadro 3).

Las variedades CICA 4, IR8 e IR22 produjeron un 30 - 40 por ciento del rendimiento de la primera cosecha, en tanto que el segundo crecimiento de las demás variedades fue deficiente y los rendimientos obtenidos fueron bajos.

En otro ensayo, después de cosechar 7.500 kg/ha de CICA 4, se hizo un experimento en el cual la paja se cortó a alturas de 1 cm y 15 cm y cada una de estas recibió 0, 25, 50 y 75 kg N/ha, respectivamente. La altura de corte de 15 cm y la aplicación de 25 kg N/ha fue la mejor combinación de tratamientos habiendo producido 4.168 kg/ha de arroz en 85 días después de la recolección de la primera cosecha. El arroz cortado a 1 cm maduró 14 días más tarde.

Efecto de las prácticas de manejo del agua sobre la eficiencia del nitrógeno

En 1972 se hicieron dos experimentos, incluyendo épocas de irrigación y épocas de drenaje después de aplicación del nitrógeno. En ambos experimentos se aplicaron 0, 100 y 200 kg de N/ha a cada tratamiento de riego o de drenaje.

CUADRO 3. Rendimientos producidos por algunas variedades colombianas en la cosecha principal y en la de soca.

Variedad	Rendimiento	
	Primera cosecha	Soca
	kg/ha	kg/ha
CICA	8.000	3.304
IR8	7.775	2.395
IR22	5.818	2.503
Tapuripa	5.007	*
Bluebonnet 50	2.653	*
ICA 10	6.066	*
Starbonnet	3.984	*

* No produjeron rendimientos significativos.

Los resultados que se presentan en la Fig. 3 muestran que la inundación hecha inmediatamente después de la aplicación de 100 kg N/ha produjo 6.923 kg de arroz por hectárea mientras que, al demorar la inundación por tres y seis días, se obtuvo un rendimiento de 6.200 y 6.064 kg/ha, respectivamente. Estos rendimientos fueron solamente un poco más altos que el testigo, sin fertilización, lo cual indica que la mayor parte del nitrógeno aplicado se perdió. El bajo rendimiento del tratamiento en que la inundación se hizo nueve días después de la fertilización pudo haber sido causado por una combinación de la pérdida de nitrógeno ocurrida así como por un déficit de agua disponible, lo cual afectó el macollamiento de las plantas.

En otro experimento se estudió cual es la época de drenaje (o sea, la retirada del agua de irrigación del campo) después de haber aplicado nitrógeno en niveles de 0, 100 y 200 kg/ha que resulta más productivo. Los tratamientos de drenaje fueron: a) inundación continua, b) drenado 7 días después, c) drenado 14 días después y d) drenado 21 días después de la fertilización. Debido a las variaciones del suelo, los datos obtenidos no son concluyentes. Hasta el momento, solamente hay indicaciones y éstas sugieren que: el mejor tratamiento es la inundación continua después de

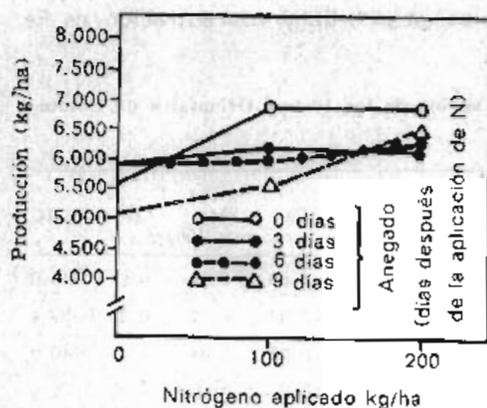


Fig. 3. Respuesta de la Línea 13 a las aplicaciones de nitrógeno.

hecha la fertilización y las prácticas de drenaje menos efectivas fueron 7 y 14 días después de la fertilización. Cuando el drenaje se demoró por 21 días, la respuesta al nitrógeno fue superior a los otros dos tratamientos de drenaje. Sin embargo, este último tratamiento parece ser inferior al que no fue drenado.

Multiplicación de semilla

Con arroz de riego y siembras directas, hechas con 80 - 100 kg de semilla bajo condiciones favorables, es posible producir un rendimiento de 8 a 9 toneladas. Esto representa una proporción de 80-90 kg de arroz producido por kg de semilla. La multiplicación de semilla de algunas líneas promisorias frecuentemente tiene que comenzar con la semilla producida por una sola planta o por una sola panícula, pero, para producir semilla suficiente para usar en pruebas regionales o pruebas comerciales, es posible que se requieran varios años.

Para tratar de reducir este tiempo y para avanzar lo más posible en el programa de investigación, se sembraron diez gramos de semilla de cinco variedades bastante tolerantes al riego profundo; estas muestras de diez gramos fueron sometidas a trasplantes múltiples para obtener una abundante y rápida multiplicación. La semilla recogida se obtuvo de tres trasplantes y el ciclo de maduración duró casi seis meses. Los rendimientos aparecen en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Multiplicación de pequeñas cantidades de semilla por trasplantes múltiples.

Líneas	Cantidad de semilla gramos	Arroz producido kilos	Factor de multiplicación
1	10	239	23.900
2	10	452	45.200
3	10	289	28.900
4	10	261	26.100
5	10	84	8.400

SUELOS

La producción de arroz en los oxisoles de los Llanos Orientales

Se continuaron los estudios sobre los problemas del arroz cultivado bajo riego en los Llanos Orientales, con más énfasis en encontrar las causas y las posibles soluciones para el problema del anaranjamiento.

Anaranjamiento

El cultivo del arroz irrigado en los Llanos Orientales presenta severos problemas de enfermedades, baja fertilidad del suelo, y la presencia de una enfermedad fisiológica llamada anaranjamiento. Esta condición se caracteriza por un amarillamiento o anaranjamiento de las hojas de arroz, el cual comienza a manifestarse en las hojas inferiores y luego continúa hacia las hojas superiores de la planta. Esta enfermedad se investigó en ensayos hechos en macetas, en la sede del CIAT en Palmira, utilizando suelo proveniente de los Llanos.

Las características químicas de cuatro suelos de los Llanos y de un suelo proveniente del Centro Experimental del ICA en Palmira se presentan en el Cuadro 5. El suelo de la sabana tropical alta (Nº 1) de Carimagua es representativo de la mayoría de los oxisoles en los Llanos, al sur del río Meta. La muestra procedente de la sabana baja (Nº

2) es un suelo que es inundado naturalmente durante el invierno (8 meses del año), pero es seco durante el verano. Este suelo probablemente es representativo de muchos suelos de los Llanos al norte del río Meta. El suelo de La Libertad (Nº 3) procede de la Estación Experimental del ICA, La Libertad, situada en el piedemonte de los Llanos en donde el anaranjamiento es siempre muy grave. El suelo Orisol (Nº 4) también es del piedemonte, pero de una "buena" finca de arroz, la cual no tiene problemas de anaranjamiento. El Cuadro 5 muestra que todos los suelos de los Llanos son sumamente ácidos, tienen un alto contenido de Al intercambiable y de Fe, y un contenido bajo de Ca, Mg, K y P. El suelo de la sabana baja tiene un alto contenido de materia orgánica y por consiguiente, una alta capacidad catiónica intercambiable dependiente del pH. El suelo de Palmira (Nº 5) es de reacción neutra y no tiene problemas de anaranjamiento.

La Fig. 4 muestra los cambios en pH, Eh, y concentración de Fe en la solución del suelo, después de la inundación. Los suelos 1 y 4 mostraron cambios similares en pH y Eh. El pH aumentó de 4.2 a 6.2, mientras que el Eh bajó de +550 mV hasta más o menos +100 mV. El suelo 3 se redujo más lentamente, dando como resultado valores bajos de pH, y altos de Eh. El suelo 2 prácticamente no mostró cambios en pH, Eh y concentración de Fe,

CUADRO 5. Características químicas de cuatro suelos de los Llanos Orientales de Colombia y un suelo de Palmira.

Suelo	Fe Activo %	pH	M.O. BRAY I %	Al ppm P	Ca	Mg meq/100gm	K	CIC	
Carimagua sabana alta	(1) 1.81	4.0	4.14	2.0	3.1	0.60	0.10	0.09	14.0
Carimagua sabana baja	(2) 0.31	4.9	24.3	2.7	3.1	0.38	0.17	0.25	39.4
La Libertad	(3) 1.54	3.8	2.45	5.6	3.9	0.58	0.04	0.09	10.2
Orisol	(4) 0.62	4.1	1.78	6.1	2.7	0.36	0.06	0.06	7.2
Palmira	(5) 0.77	6.8	4.72	151.2	0	11.6	5.2	0.69	18.6

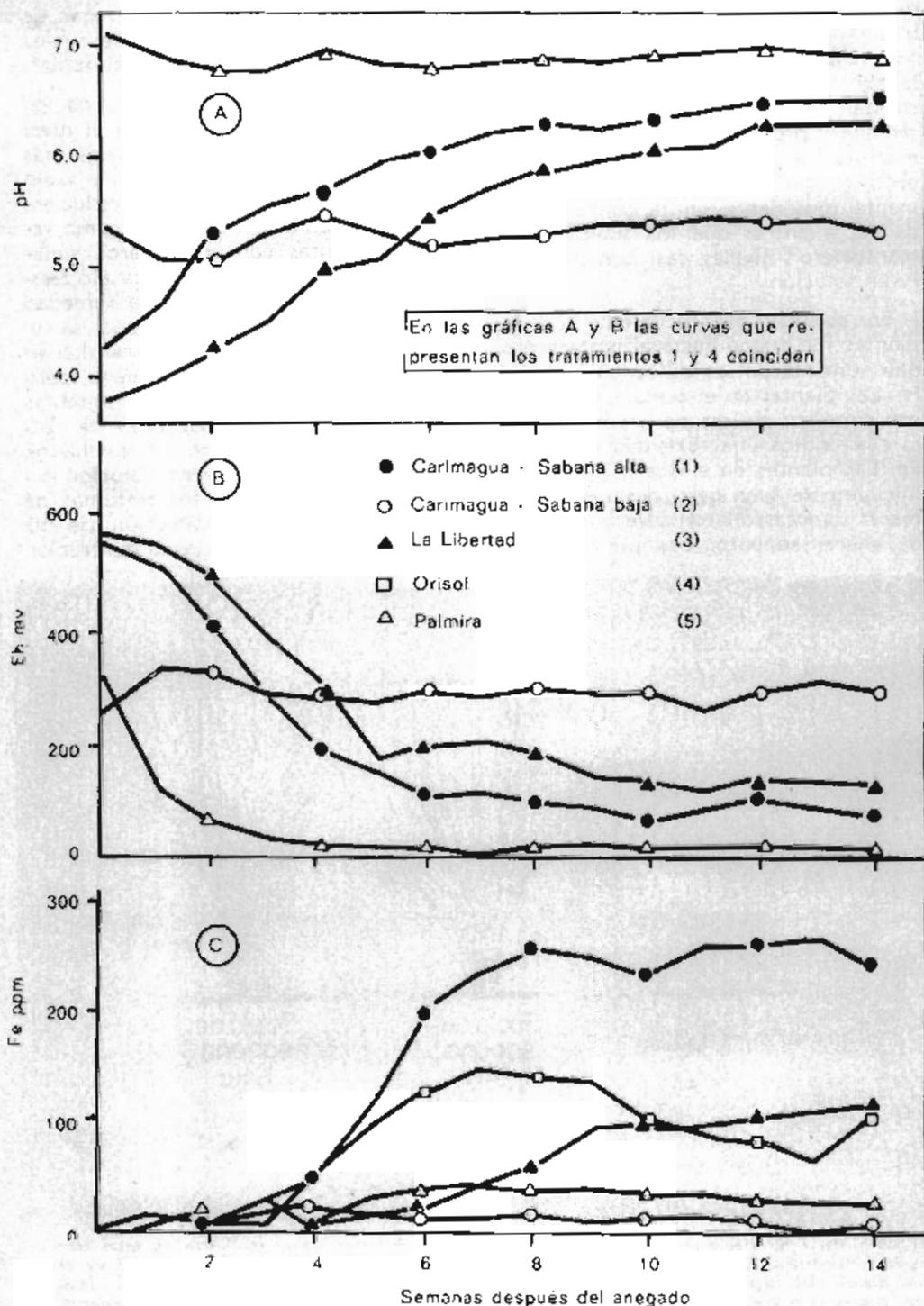


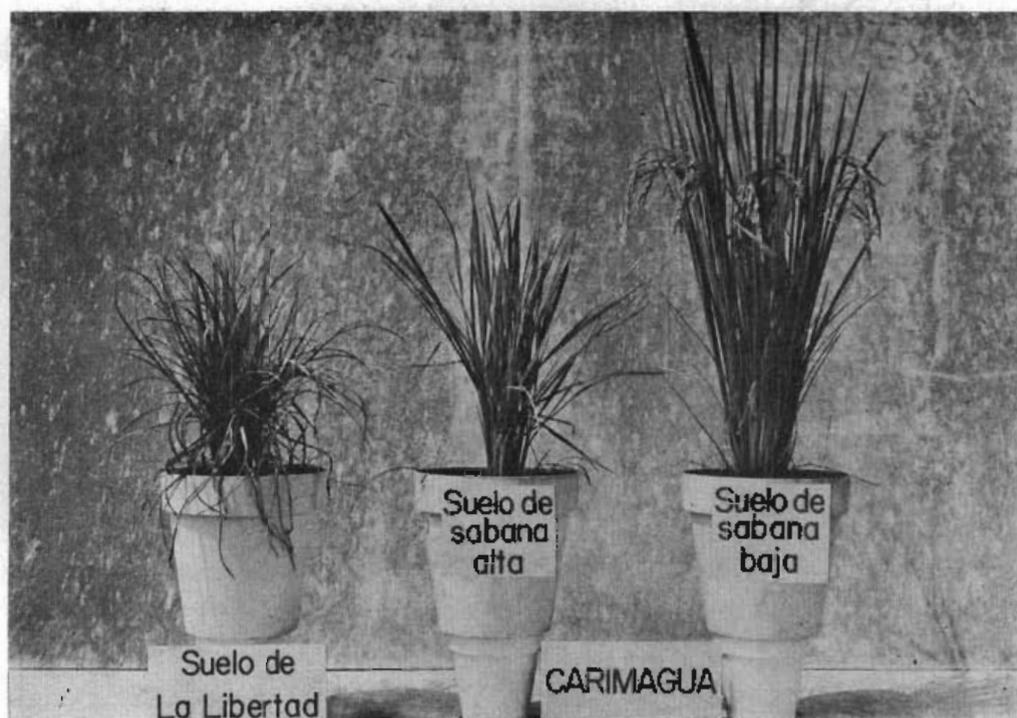
Fig. 4. Cambios en pH, Eh y concentración de Fe en la solución del suelo después de haber anegado el campo, en varios suelos de los Llanos Orientales de Colombia y de Palmira.

mientras que el suelo 5 no mostró cambios en pH, pero sí una reducción rápida en Eh. La Fig. 4C muestra que la concentración de Fe comenzó a aumentar rápidamente después de tres semanas, produciendo concentraciones máximas de Fe de 260 y 150 ppm, respectivamente. El suelo 3 mostró un aumento muy lento en la concentración de Fe, mientras que los suelos 2 y 5 mantuvieron niveles casi constantes de Fe en solución.

En general, el crecimiento de las plantas fue bueno hasta el momento en que aumentaron las concentraciones de Fe. Las plantas en el suelo 1 desarrollaron síntomas típicos de bronceamiento, el cual indica una toxicidad directa de Fe. Las plantas en el suelo 3 crecieron inicialmente bien pero después de dos meses se desarrollaron severos síntomas de anaranjamiento. Las plantas en el

suelo 4 mostraron ligeros síntomas de amarillamiento, mientras las de suelos 2 y 5 se mantuvieron libres de síntomas.

La Fig. 5 muestra el efecto de varias prácticas de manejo sobre el nivel de Fe en solución. Las diferencias más significativas se observaron entre suelo "fresco" y "usado", el último reduciéndose muy rápidamente dando como resultado plantas con sólo ligeros síntomas de "anaranjamiento". El suelo fresco, especialmente cuando tenía humedad de campo antes de ser inundado, se redujo muy lentamente. Esto resultó en un crecimiento inicial muy bueno, pero las plantas presentaron severos síntomas de anaranjamiento después de 2-3 meses. La aplicación de 12 ton/ha de cal bajó el nivel de Fe en solución así como la intensidad de los síntomas de anaranjamiento. La aplicación de 10 ton/ha de MnO_2 bajó la concentración



El suelo afecta directamente el crecimiento de las plantas de arroz, como se ilustra en estos tres suelos procedentes de los Llanos Orientales de Colombia. Nótese las diferencias de crecimiento de las plantas. De izquierda a derecha: planta cuyo crecimiento fue deprimido; en el centro, planta con depresión intermedia y a la derecha, planta sin ninguna depresión ni síntomas de anaranjamiento.

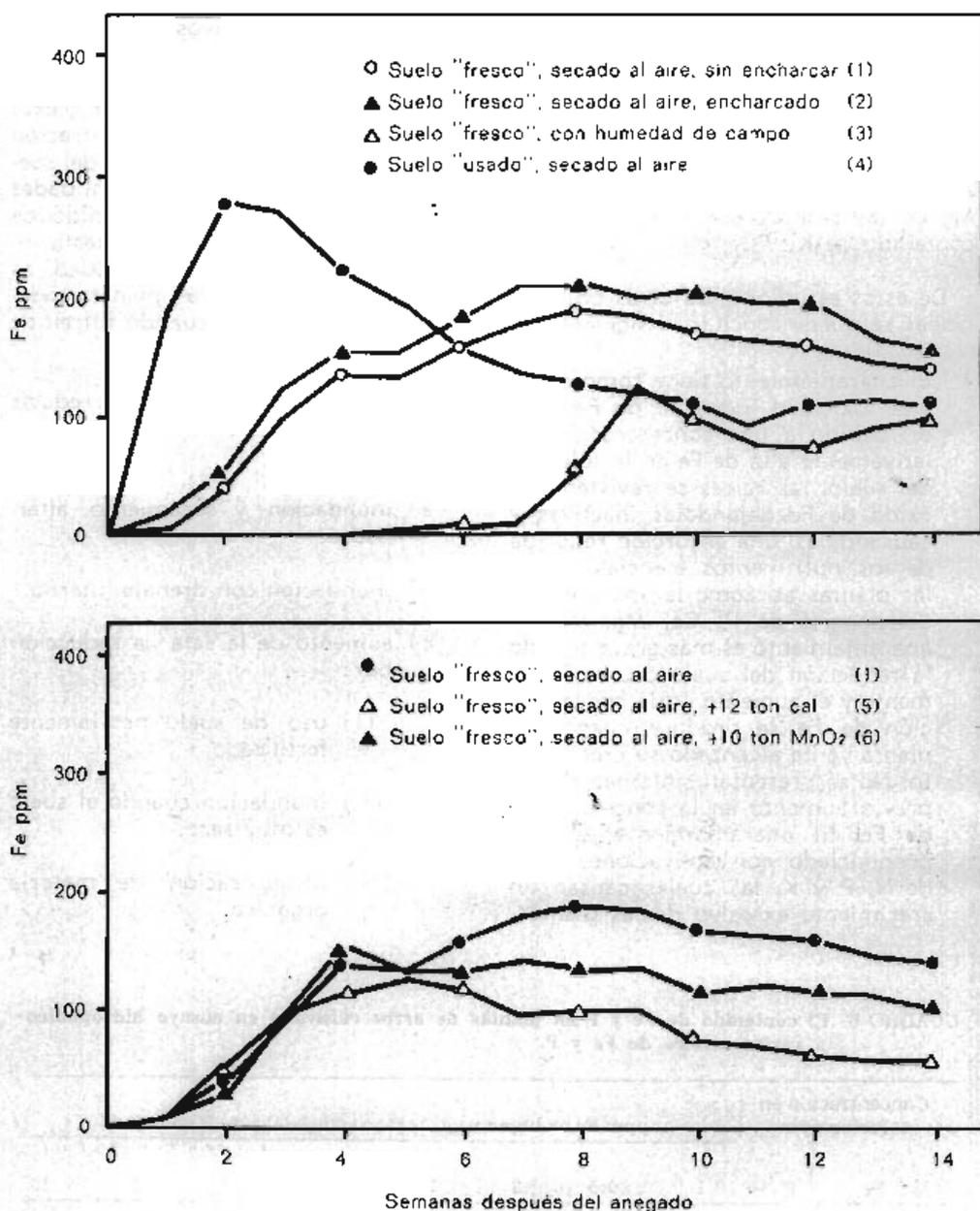


Fig. 5. Cambio en la concentración de Fe en la solución del suelo después de haber anegado el campo, en un suelo de Carimagua, sometido a varios tratamientos.

de Fe en solución y mejoró el crecimiento de las plantas, pero no tuvo mucho efecto sobre el anaranjamiento.

Un ensayo hidropónico, utilizando cin-

co niveles de Fe (2, 50, 100, 300 y 800 ppm) superimpuestos a cuatro niveles de P (0.1, 0.5, 2 y 10 ppm), mostró que las plantas que sufren de deficiencia de P absorben más Fe y sufren relativa-

mente más de toxicidad de Fe que plantas con niveles normales de P (Cuadro 6). Estas últimas mantuvieron sistemas radiculares más fuertes y aparentemente, con mayor capacidad para impedir la absorción de Fe. En cambio, los niveles altos de Fe en solución bajaron el contenido de P, así como de Ca y Mg en las plantas pero aumentaron el contenido de K.

De estos estudios y de otras observaciones se puede concluir lo siguiente:

1. El anaranjamiento tiene como causa una toxicidad indirecta de Fe, esto es, debido a una concentración relativamente alta de Fe en la solución del suelo, las raíces se revisten con óxido de Fe dejándolas inactivas y causando así una absorción reducida de los nutrientes esenciales para las plantas así como la aparición de deficiencias de P, Ca, Mg, etc. El anaranjamiento es más grave cuando la reducción del suelo ocurre lentamente y el aumento en la concentración de Fe se produce cuando la planta ya ha alcanzado su crecimiento. No se presentan síntomas sin un previo aumento en la concentración de Fe. El anaranjamiento es más pronunciado con aplicaciones altas de N, P y K, las cuales causan un crecimiento excesivo de las plantas.

Es más grave en suelos vírgenes, disminuyendo en cultivos posteriores.

2. El "bronceamiento" tiene como causa una toxicidad directa de Fe, esto es, causada por una concentración muy alta de Fe en la solución del suelo; las plantas absorben cantidades excesivas de Fe y el contenido de éste en las hojas aumenta hasta niveles tóxicos. Esta enfermedad es más grave cuando las plantas todavía son pequeñas o cuando sufren de deficiencias de P, K y Mg.
3. La toxicidad de Fe se puede reducir mediante:
 - a) inundación y secamiento alternados.
 - b) inundación con drenaje interno.
 - c) aumento de la tasa de reducción por:
 - (i) uso de suelo previamente fertilizado.
 - (ii) inundación cuando el suelo es muy seco.
 - (iii) incorporación de materia orgánica.

CUADRO 6. El contenido de Fe y P en plantas de arroz cultivado en ensayo hidropónico a varios niveles de Fe y P.

Concentración en solución ppm		ppm Fe en hojas				% P en hojas			
↓ Fe	P →	0.1	0.5	2	10	0.1	0.5	2	10
2		374	853	370	318	0.03	0.03	0.10	0.20
50		3.320	695	485	506	0.02	0.03	0.10	0.23
100		10.200	3.480	683	643	0.02	0.01	0.09	0.16
300		54.650	3.440	950	1.350	0.01	0.03	0.08	0.11
800			18.750	1.715	1.523	+	0.03	0.11	0.15

- d) incorporación de grandes cantidades de cal y/o MnO_2 .
- e) fertilización con niveles intermedios de macro y microelementos.
- f) la aplicación foliar bisemanal de P y K.

Aunque estas prácticas puedan reducir la intensidad de la toxicidad de Fe, probablemente no resuelvan totalmente el problema en los suelos de baja fertilidad con un alto contenido de Fe, como los de los Llanos Orientales. Las consideraciones económicas deben determinar la factibilidad de cultivar arroz irrigado bajo estas condiciones.

La producción de arroz de secano en los oxisoles de los Llanos Orientales

En América Latina se produce más arroz bajo condiciones de secano que bajo riego. Casi todo el arroz de secano se cultiva en suelos ácidos y de baja fertilidad. Debido a la importancia que tiene esta modalidad de cultivo y al hecho de que millones de hectáreas que tienen un potencial para el cultivo de arroz de secano actualmente están sin adecuada utilización y en consecuencia contribuyendo muy poco a la economía de los trópicos latinoamericanos, el CIAT inició en Carimagua unas investigaciones preliminares sobre arroz de secano. Los suelos en esta región son oxisoles sumamente ácidos.

Los problemas más graves para la producción de arroz de secano en los Llanos son:

1. Enfermedades fungosas, principalmente *Pyricularia oryzae* (conocida como añublo o bruzone) y *Helminthosporium oryzae*.
2. Suelos sumamente ácidos causan amarillamiento por toxicidad de aluminio (Al) y/o deficiencia de Ca.
3. Suelos con muy baja fertilidad.

Para buscar una solución a los dos primeros problemas se sembraron muchas variedades así como material genético con el propósito de hacer rigurosas selecciones en busca de resistencia al añublo y a la toxicidad de Al. Se sembraron las líneas en cuatro parcelas grandes, las cuales recibieron aplicaciones de cal en niveles correspondientes a 0, $\frac{1}{2}$, 2 y 6 ton/ha.

Algunas variedades parecen resistentes a la acidez del suelo, pero la mayoría creció defectuosamente y presentó síntomas graves de amarillamiento en las parcelas con nivel 0 de cal. Con $\frac{1}{2}$ toneladas de cal, las plantas crecieron más fuertes, aunque aún bastante pequeñas. Los síntomas de amarillamiento se presentaron más tarde. Debido a que esta moderada aplicación de cal no cambió mucho el pH ni el contenido de Al intercambiable, es posible que al menos una parte del amarillamiento sea debido a la deficiencia de Ca, lo cual sería posible eliminar con aplicaciones pequeñas de cal. En las parcelas con niveles de 2 y 6 ton/ha de cal las plantas crecieron mejor, mostraron una mayor coloración verde y produjeron más grano. La Fig. 6 muestra las respuestas promedio de 96 líneas nuevas de arroz a las aplicaciones

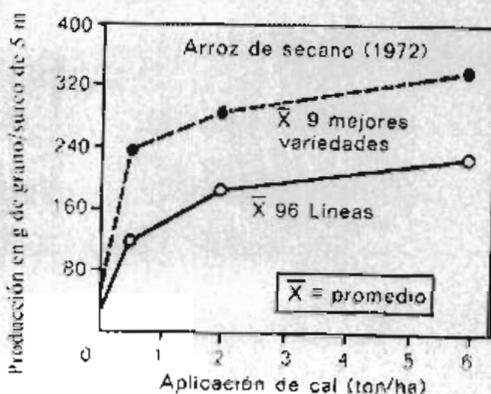
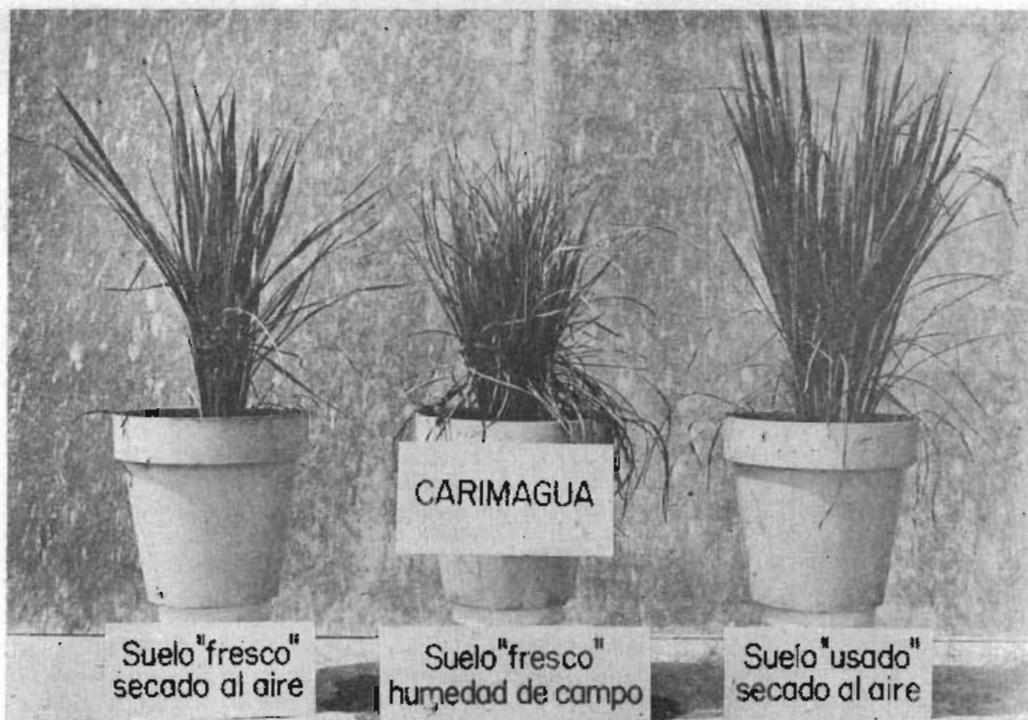
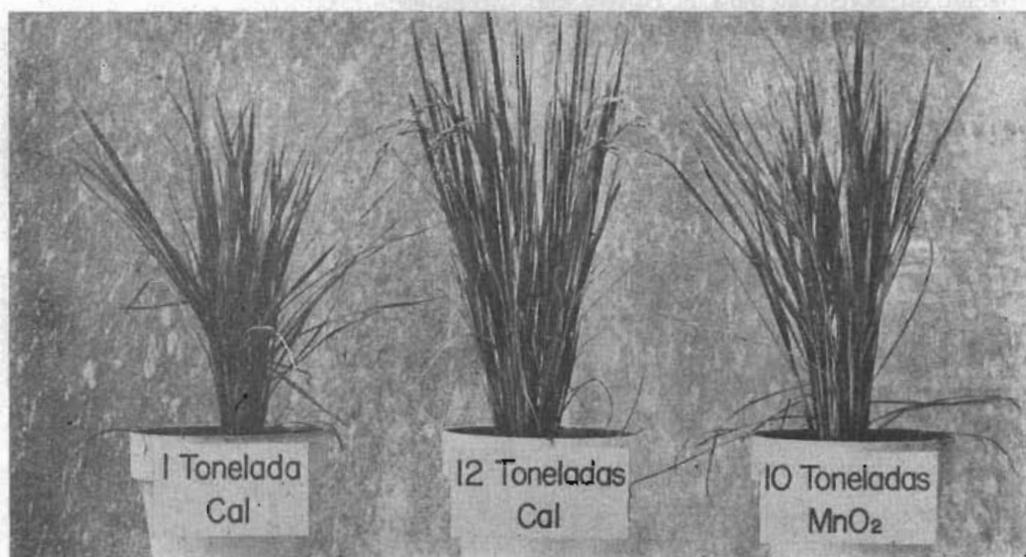


Fig. 6. Respuesta de 96 variedades y líneas a las aplicaciones de cal bajo condiciones de secano, en Carimagua. La curva superior muestra la respuesta de las mejores nueve líneas (promedio).



La diferencia en el crecimiento de estas tres plantas de arroz es causada por anaranjamiento al utilizar suelo "fresco" y "usado" procedentes de Carimagua y que fueron secados al aire (izquierda y derecha) o humedecido a capacidad de campo antes de inundarlo. La planta en el centro ha sido seriamente afectada; la de la izquierda, ligeramente afectada y en la derecha, muy poco afectada.



Plantas de arroz sembradas en macetas ilustran la respuesta del arroz sembrado en suelo inundado procedente de Carimagua a las aplicaciones de 1 y 12 toneladas de cal y 10 toneladas de MnO_2 por hectárea.

de cal, así como la respuesta de las nueve mejores líneas. Las últimas se seleccionaron por su capacidad de producir por lo menos 200 g de grano/surco de 5m., a un nivel de 0.5 ton/ha de cal y se les considera como ligeramente tolerantes a la acidez del suelo. Las mismas 96 líneas fueron evaluadas de acuerdo a su resistencia a *Pyricularia*, a las 6 y 12 semanas de edad.

Se evaluaron ocho variedades comerciales en otras parcelas con 0, 1/2, 2 y 6 toneladas de cal/ha. Las variedades más resistentes a *Pyricularia* fueron las denominadas Monolaya, Colombia 1 y Costa Rica, mientras que CICA 4 e IR8 fueron las más susceptibles. Monolaya y Colombia 1 mostraron mayor resistencia a la acidez del suelo. Aunque, en general, todos los rendimientos fueron bajos, las variedades comerciales

más promisorias para el cultivo de arroz de secano en los Llanos fueron Bluebonnet 50, Colombia 1, una selección de IR5 y Monolaya. De éstas, únicamente la selección de IR5 es enana. Las otras son de porte alto, se vuelcan al sembrarlas a niveles de alta población y con altos rendimientos y sufren mucho por daño de pájaros. Debido a su resistencia a *Pyricularia*, en general, rinden más que las variedades enanas.

Se compararon 12 líneas promisorias con IR8, CICA 4 y Monolaya, a niveles de 75 y 150 kg N/ha, con una aplicación constante de 4 ton/ha de cal, 100 kg/ha de P_2O_5 y 100 kg/ha de K_2O . También se evaluaron las líneas para determinar su resistencia a *Pyricularia*. Las líneas 3609 a 3612 mostraron tener mayor resistencia a *Pyricularia* y dieron los rendimientos más altos (de



Variedades de arroz sembradas en condiciones de secano, en suelos ácidos de Carimagua, sin aplicación de cal; se estudia su adaptabilidad a estas condiciones de suelo.

1.95 a 2.32 ton/ha). En general, los rendimientos fueron bajos debido a una fuerte infección de *Helminthosporium* y a un daño causado por pájaros que podría calcularse en un 20-25 por ciento, aproximadamente. La mayoría de las líneas nuevas rindieron más que IR8 o CICA 4 debido a su mejor resistencia a *Pyricularia*.

El ensayo de P x cal, el cual fue descrito en el Informe Anual del CIAT del año 1971 (hecho anteriormente con CICA 4), se repitió en 1972 con cuatro variedades: IR8, CICA 4, Bluebonnet 50 y Monolaya.

La última es una variedad alta "lo-cal", bien adaptada a las condiciones ambientales y del suelo de los Llanos pero con mal tipo de planta y bajo potencial de producción. En tanto que *Pyricularia* destruyó casi totalmente las parcelas de CICA 4 y de IR8, no afectó a Monolaya y sólo ligeramente a Bluebonnet 50. También, las plantas de CICA 4 e IR8 murieron con el nivel 0 de cal y sufrieron por acidez del suelo con

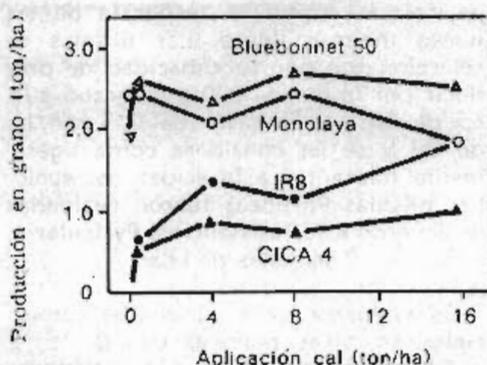


Fig. 7. Respuesta de cuatro variedades de arroz a las aplicaciones de fósforo bajo condiciones de secano, en Carimagua; promedio de tres niveles de P_2O_5 (0, 50 y 100 kg/ha).

0,4 ton/ha de cal, en tanto que Bluebonnet 50 y en especial Monolaya, fueron afectadas sólo ligeramente. Las últimas variedades mostraron poca respuesta a las aplicaciones de cal y únicamente Bluebonnet 50 respondió a las aplicaciones de P.

La Fig. 7 muestra la respuesta de los rendimientos a las aplicaciones de



Las variedades de arroz difieren mucho al sembrarlas bajo condiciones de secano. Estas variedades, sembradas en Carimagua, son, de derecha a izquierda: Bluebonnet 50, IR8 y Monolaya.

cal, tomando promedios de los niveles de 0, 50 y 100 kg P_2O_5 /ha aplicados antes de hacer la siembra. Monolaya no mostró ninguna respuesta a la aplicación de cal hasta el nivel de 8 toneladas, con una pequeña respuesta negativa a 16 toneladas. El Bluebonnet 50 respondió al primer incremento de cal, sin respuesta a las aplicaciones más altas. Igual que en los años 1970 y 1971, las variedades CICA 4 e IR8 respondieron ampliamente a la aplicación de cal hasta 16 ton/ha, aunque el daño de *Pyricularia* confundió la respuesta obtenida con altas aplicaciones de cal en la variedad CICA 4. Bluebonnet 50 mostró una respuesta moderada en el rendimiento a las aplicaciones de P recientemente hechas, mientras que las otras variedades ensayadas no mostraron ninguna respuesta. Esta observación es muy significativa si se toma en cuenta las claras respuestas obtenidas con la aplicación de P en parcelas de arroz anegado. Este contraste amerita más investigaciones.

INVESTIGACIONES CON ZINC

En 1972 se continuaron los estudios sobre la deficiencia de zinc en los suelos. Diversos factores, como los altos valores de pH en el suelo, presencia de carbonatos libres en el perfil, drenajes internos y superficiales deficientes, estrechas relaciones Ca:Mg y movimientos de las capas de suelo causados por labores de nivelación, parecen estar asociados con el problema.

Los requerimientos de zinc

En dos campos dentro de la sede del CIAT se hizo una comparación de los niveles correspondientes a 0, 5, 10, 20, 40 y 80 kg Zn/ha. La fuente usada fue sulfato de zinc, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. La aplicación se hizo incorporando el material en el suelo antes de la siembra. Se hicieron dos aplicaciones de N, cada una de 100 kg N/ha, a los 28 y 56 días después de la siembra. La fuente usada fue urea. Los resultados de estos experimentos se incluyen en la Fig. 8.

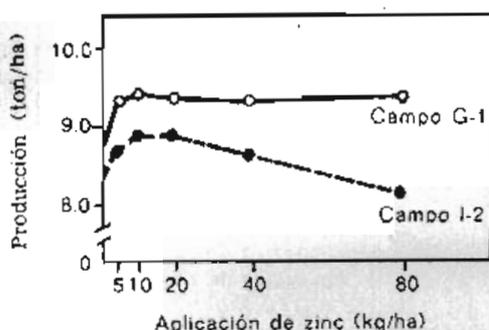


Fig. 8. Respuesta a la aplicación de diferentes niveles de zinc en dos campos de arroz en la sede del CIAT.

En estos dos experimentos no se presentaron los severos síntomas de deficiencia de zinc observados en 1971. En las parcelas testigo el crecimiento de las plantas fue aparentemente normal, obteniéndose rendimientos de más de 8 ton/ha. Sin embargo, en estos experimentos, las plantas sufrieron por carencia de zinc pues en ambas áreas experimentales hubo respuesta a la aplicación de zinc; el nivel 5 kg Zn/ha produjo aumentos entre 500 y 700 kg de arroz por hectárea.

Si se usa sulfato de zinc, el costo de 1 kg de zinc es de \$ 66 pesos colombianos (US\$ 2.93); el precio de 1 kg de arroz es \$ 2 (aproximadamente, US\$ 0.09). Con base en tales costos, el uso de 5 kg Zn/ha es económico. Pero el incremento de producción obtenido con el uso de 10 kg Zn/ha probablemente no se justifique.

Epoca de aplicación de zinc

En otro experimento se estudiaron tres épocas de aplicación de zinc (0, 28 y 56 días después de la siembra) y tres niveles de zinc (0, 10 y 20 kg Zn/ha). Se hicieron dos aplicaciones de nitrógeno, cada una de 200 kg N/ha, en forma de urea, a los 28 y 56 días después de la siembra. El pH del suelo fue 7.9. El contenido de zinc en el suelo, a las profundidades de 0-10 cm, fue 2.68 ppm de Zn (extracción con EDTA) y 1.46 ppm de Zn (extracción

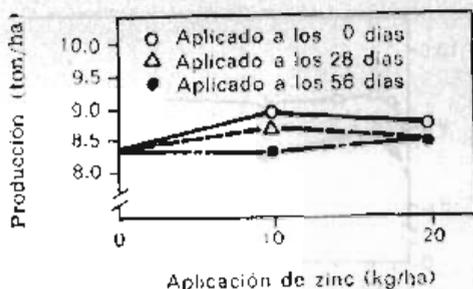


Fig. 9. Efecto de la época de aplicación de zinc sobre el nivel de aplicación de este elemento en la variedad CICA 4.

HCL :- H_2SO_4). Los resultados indican que para el arroz, la mejor época de aplicación de zinc es inmediatamente antes de la siembra. El nivel 10 kg Zn/ha produjo los rendimientos más altos (Fig. 9).

Métodos de aplicación de zinc

El método de aplicar zinc incorporándolo al suelo antes de la siembra, se comparó con el método de revestir la semilla con óxido de zinc, sustancia que es prácticamente insoluble en el agua.

Al humedecer la semilla de arroz, drenar el exceso de agua y espolvorear el óxido de zinc, se logra alguna adherencia de esta sustancia a la semilla. Pero, como la semilla entrará en contacto con agua o con suelo muy húmedo, se buscó la forma de aumentar la adherencia mediante el uso de goma arábiga. Se encontró que una relación de tres volúmenes de agua por un volumen de goma arábiga aumenta satisfactoriamente la adherencia del óxido de zinc a la semilla.

Las semillas se sumergieron por 30 segundos en la suspensión acuosa de goma arábiga. Luego, se drenó el exceso de suspensión y se espolvoreó el óxido sobre las semillas "engomadas", procurando obtener un buen revestimiento completo después de que las semillas se secaron al ambiente.

Después del secado, se observó que las semillas tratadas se pegaban unas

a otras pero éstas podían separarse fácilmente antes de proceder a hacer la siembra. Esta circunstancia permitió que se pudiera adherir a la semilla cantidades variables de óxido de zinc. Sin embargo, al hacer pruebas de germinación hasta 100 días después del tratamiento, no se observaron efectos negativos del zinc a distintos niveles sobre la germinación.

Se compararon niveles de 0, 5, 10 y 20 kg Zn/ha incorporados al suelo antes de la siembra con los mismos niveles adheridos a la semilla por el procedimiento descrito, utilizando en ambas formas de aplicación una cantidad de semilla equivalente a 100 kg de semilla por ha. Los resultados, que se muestran en la Fig. 10, indican que, en casos de ligeras deficiencias, el método de revestimiento de la semilla con óxido de zinc es igual o superior al método de aplicación en el suelo, antes de la siembra. La superioridad de este método puede ser explicada por la distribución más uniforme del material y una posible mejor colocación del elemento en relación con las raíces, puesto que se logra un contacto inmediato entre las raíces primarias de la planta de arroz y del zinc aplicado. También, se logra una concentración de zinc en la zona radical con lo cual se logra una utilización más eficiente de este elemento en comparación con las aplicaciones al voleo.

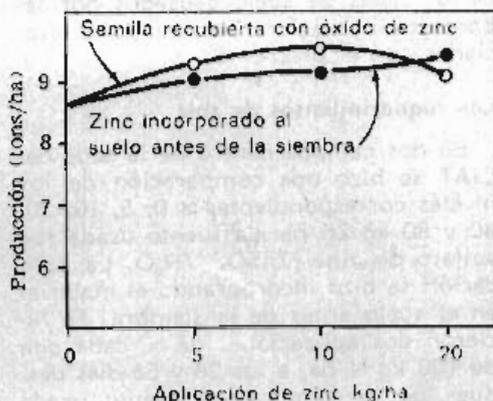
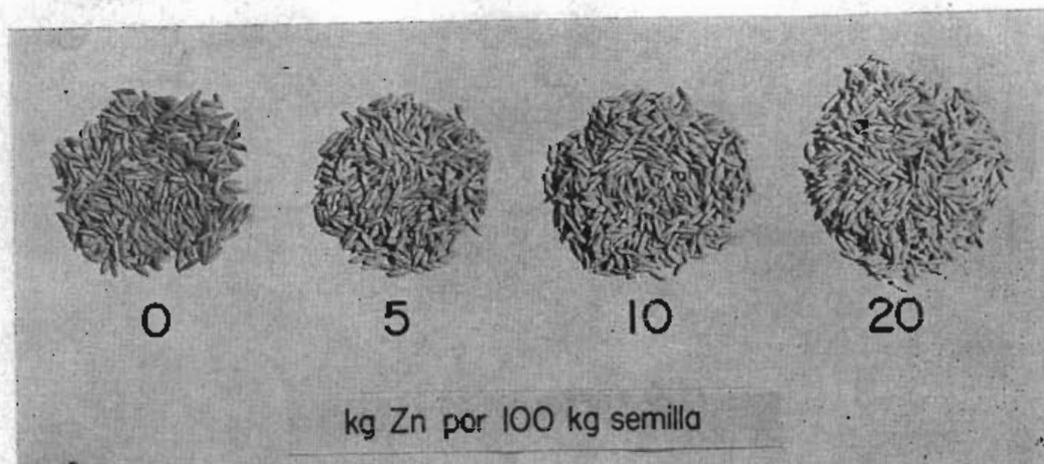


Fig. 10. Comparación entre dos métodos de aplicación de zinc.



La siembra de semilla de arroz revestida con óxido de zinc representa una nueva posibilidad para corregir las deficiencias de zinc en suelos en los que se cultiva arroz.

La aplicación de zinc hecha por este método reduce el costo de aplicación pero, por otro lado, es necesario considerar el costo del tratamiento de la semilla. Este método puede tener muy buenas posibilidades para corregir deficiencias de zinc no sólo en plantaciones de arroz, sino en otros cultivos que tengan semillas con características similares a las del arroz.

PATOLOGÍA DEL ARROZ

En el año 1972, los fitopatólogos del programa de arroz continuaron la búsqueda de variedades con resistencia parcial (horizontal) al añublo del arroz causado por el hongo *Pyricularia oryzae* Cav. En igual forma, desarrollaron un nuevo sistema para seleccionar variedades bajo condiciones de tiempo seco, estudiando, además, la correlación que pudiera existir entre el ataque de la enfermedad en el estado de plántula y en el estado de panícula. En menor grado, el control químico de la enfermedad fue incluido en las investigaciones realizadas.

Vivero internacional de resistencia parcial al añublo

El método más apropiado y económico para controlar el añublo del arroz

causado por el hongo *Pyricularia oryzae* es mediante el empleo de variedades resistentes. Debido al gran número de razas fisiológicas del hongo, las variedades se deben evaluar por su resistencia al añublo en las zonas arroceras del mundo y aún, en diferentes sitios dentro de una misma región. La selección de variedades con amplio espectro de resistencia a las diferentes razas del hongo es muy importante en el desarrollo de nuevas variedades.

En 1972, el Vivero Internacional de Resistencia Parcial al Añublo del Arroz, incluyó 225 variedades, de las 1.190 variedades que componían el inicialmente vivero (1969) y algunas que se adicionaron posteriormente.

Después de hacer 18 evaluaciones durante el año en Colombia, Brasil y Guyana, se eliminaron 47 variedades. Tetep, Carreon, C46-15, Milagrosa, Marmoraki, Ram Tulasi (Sel.) y Malagolukula, conservaron su amplio espectro de resistencia a todas las razas presentes en las mencionadas áreas.

Nuevo Método para obtener alta infección de *Pyricularia oryzae* Cav.

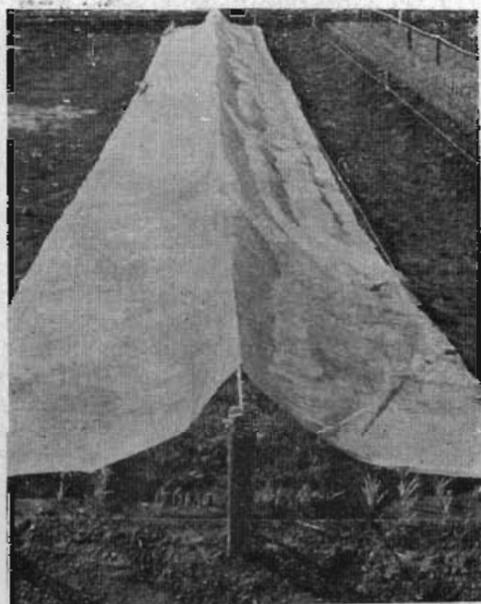
Se desarrolló un nuevo método para obtener alta infección de *Pyricularia oryzae* en áreas con baja humedad re-



Grupo de especialistas en arroz de América Latina observa a un fitopatólogo del CIAT que examina hojas de arroz en un campo de ensayo en el cual se estudia la resistencia al añublo del arroz.

lativa, el cual es útil en la evaluación de la resistencia varietal de arroz a este patógeno en tales áreas.

En los terrenos de la sede del CIAT y de la estación experimental del ICA en Palmira, en donde la temperatura y la humedad relativa promedia son de 27.30 C y 71 por ciento respectivamente, ha sido posible obtener excelentes infecciones del hongo cuando la humedad relativa se mantuvo en 100 por ciento durante la noche usando una cámara húmeda en camas de infección. Las camas se regaron a las 5 p.m. y después de hecha esta operación se cubrieron con plástico tan pronto como las plántulas emergieron. Con el propósito de iniciar un proceso de infección se dispersaron trozos de tejido infectado a lo largo de la cámara húmeda los cuales sirvieron como inóculo. Con este método las plántulas de la variedad Fanny murieron a los 15 días y las demás líneas susceptibles a los 35 días. Este método permite obtener una infección



Una cobertura plástica ayuda a mantener un ambiente húmedo en eras sembradas con plántulas de arroz inoculadas con el organismo causal del añublo del arroz.



Infección de añublo producida bajo una cobertura plástica. La variedad de la izquierda y en el frente de la parcela es susceptible habiendo muerto las plantas por el ataque del hongo; la variedad que aparece a la derecha es resistente.

uniforme y además, lo más importante, servirá como herramienta a los fitomejoradores en el proceso de evaluación efectiva de las líneas de arroz bajo estudio en áreas de baja humedad relativa.

Correlación entre el ataque del añublo en el estado de plántula y en el cuello de la panícula

El nivel de resistencia usado como índice en la evaluación de variedades de arroz al añublo está basado en la reacción que presentan al patógeno las plántulas a los 35 días de edad. Este sistema de evaluación supone que existe una correlación entre la severidad del ataque a las hojas de las plántulas y la severidad de la infección en el cuello de la panícula. Se hizo el siguiente estudio de campo para determinar si esta suposición es correcta.

Se utilizaron en este estudio 18 variedades de arroz, 14 de las cuales mostraban un alto grado de resistencia a la enfermedad en el estado de plántula. Dos variedades fueron consideradas como moderadamente susceptibles y dos como altamente susceptibles al añublo

de la hoja. Todas las variedades fueron sembradas en Corinto y en los Llanos Orientales, Colombia, bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

En general, los resultados indicaron que sí existe una correlación entre la infección del añublo en la hoja y en el cuello de la panícula. Las variedades resistentes, Tetep, Tadukan, Carreon, Barawee, Uvar Vellai, IR782-53, IR224-20-1-2-2-1B, CPSLO x Dawn y Milagrosa, mostraron la mayor correlación. Sin embargo, ICA-10 y Bluebonnet 50, las cuales fueron moderadamente susceptibles al añublo en la hoja, mostraron infección del añublo en el cuello de la panícula en el 100 por ciento y 53 por ciento, respectivamente. A pesar de eso, ninguna de estas dos variedades, en las pruebas realizadas, ha sido destruida por la enfermedad en el estado de plántula. CICA 4 y Fanny fueron altamente susceptibles en ambos estados de crecimiento.

Control químico del añublo del arroz

Las drásticas condiciones ambientales que existen en las zonas tropicales limi-

tan la efectividad del control químico del añublo del arroz. El uso de fungicidas químicos para el control del hongo es una práctica común en áreas arroceras siendo posible observar diferencias significativas en la efectividad del control según el producto empleado, la época de aplicación y las condiciones bajo las cuales se utilizó el producto.

Tratamiento de la semilla a diferentes periodos de tiempo antes de la siembra

Se trató la semilla de CICA 4 con Benlate, NF.44, NF.35, Duter y Brestan en dosis de 1.0 y 0.08 kg, ingrediente activo (i.a.)/100 kg de semilla, respectivamente. El nivel de incidencia de la enfermedad en plantas de arroz fue determinado entre 35 y 75 días después de la siembra. Los resultados sugieren que el tratamiento químico de la semilla puede ser efectivo con fungicidas de acción sistemática si el tratamiento se hace 48 horas antes de la siembra. Algunos de los productos protegieron las plantas por 45 días, aproximadamente después de la siembra. Benlate pareció dar los mejores resultados.

Tratamientos al suelo

Los productos Benlate, NF.44, NF.35, Duter y Brestan, con dosis de 20 y 40 kg i.a./ha fueron aplicados al suelo. Se empleó la variedad CICA 4. Las observaciones de campo se continuaron hasta los 93 días después de la siembra. El tratamiento del suelo con Benlate y con NF.44 dieron el mejor control. Con estos productos, la incidencia de la enfermedad fue inferior al 5 por ciento de área foliar muerta, en dosis de 20 kg i.a./ha.

Aplicación foliar de fungicidas

Un lote de semilla de CICA 4 fue tratado con Benlate (0.5 kg i.a./100 kg de semilla) y sembrado en parcelas de 32m² con el fin de determinar el efecto de la aplicación de varios quimioterapéuticos en el control del añublo del

arroz. Cada parcela fue replicada y rociada con los siguientes productos:

Producto	Ingrediente activo dosis/ha
Kasumin	30 ml
NF.44	250 g
Dithane M-45	4.800 g
Bla-s	30 ml
Benlate	125 g
Hinosan	750 ml
Brestan	1.000 g
Kitazin	7.050 g
Benlate + Kasumin	65 g + 20 ml
Benlate + Brestan	65 g + 500 g
Benlate + Dithane M-45	65 g + 2.400 g
Benlate + NF.44	65 g + 150 g
Benlate + Hinosan	65 g + 500 ml
Kasumin + Dithane M-45	20 ml + 2.400 g

Los resultados de este experimento mostraron que Hinosan o Benlate + Hinosan fueron los mejores productos para el control de la enfermedad. Sin embargo, en otros experimentos, Benlate o Kasumin por sí solos o en mezcla, también dieron buenos resultados. Las parcelas tratadas con estos dos compuestos tuvieron una mayor incidencia de la enfermedad en el cuello de la panícula, en niveles de 23 y 13 por ciento, respectivamente, en comparación con el testigo que tuvo un ataque del 46 por ciento. El incremento en la producción inducido por el uso de estos productos fue 1.024 y 1.019 kg/ha más que el producido por los testigos.

Resistencia varietal a la pudrición de la vaina

La pudrición de la vaina causada por el hongo *Corticium sasakii* (Shirai Matsumoto) está constituyendo un problema fitosanitario importante en el arroz y ha causado pérdidas del 70 por ciento en la variedad Tapuripa. En algunos países, debido al incremento en la severidad de esta enfermedad, se ha considerado necesario desarrollar un sistema simple para evaluar resistencia varietal a este patógeno.

Con el propósito de determinar la resistencia de algunas variedades de arroz en el estado adulto y bajo condi-

ciones naturales de campo se estableció un ensayo en el cual se sembraron 148 variedades. La susceptibilidad o resistencia fue evaluada por medio de una escala convencional la cual expresa el porcentaje de macollas afectadas en un surco sembrado. La escala usada fue:

Porcentaje de macollas afectadas	Clasificación
0 — 25	Resistente
26 — 50	Moderadamente susceptible
51 — 100	Susceptible

El 63 por ciento de las variedades fueron clasificadas como resistentes, el 20 por ciento como moderadamente susceptibles y el 17 por ciento como susceptibles. Las variedades Tetep, Katakara DA-2, Milagrosa, Pusur, C46-15, Mamoriaka, Ram Tulasi (Sel.), Zenith, Mola-golukula y Pah Leuad 111, las cuales poseen buena resistencia al añublo, también mostraron excelente resistencia a la pudrición de la vaina. Dawn y Nahng Mon S-4, las cuales tienen alta resistencia al añublo, mostraron una marcada susceptibilidad a la pudrición. Otras variedades, entre ellas CICA 4, IR532-1-33 e IR8, también fueron susceptibles a la pudrición de la vaina.

ENTOMOLOGIA

Sogata

Se ensayaron nueve variedades procedentes de Ecuador para determinar su susceptibilidad al daño mecánico de *Sogatodes orizicola* Muir. Cuatro de estas variedades mostraron resistencia al daño directo. Estas variedades también están bajo ensayo para evaluar su resistencia al virus de la hoja blanca. En Ecuador se harán pruebas similares para prevenir la posibilidad de que el insecto desarrolle cierto nivel de capacidad para atacar a las variedades cuya resistencia ya ha sido comprobada.

Barrenadores del tallo

Se ensayaron bajo condiciones de campo 18 variedades y líneas bajo estudio para evaluar su resistencia a los

CUADRO 7. Resistencia de diferentes variedades a infestaciones naturales de barrenadores.

Variedad	Porcentaje tallos ¹ dañados	Rendimiento kg/ha
1 IR22	2.16	5.531
2 CICA 4	5.26	7.575
3 IR8-41-63-5 (L9)	5.50	8.030
4 IR8	7.84	8.129
5 Starbonnet	9.15	4.341
6 L-13	10.76	7.233
7 ICA-10	11.31	8.674
8 Tapuripa	14.00	5.305
9 LM-1	14.73	4.890
10 Bluebonnet 50	19.00	3.924
11 Milfor	19.83	3.567

¹ Daño producido por *Diatraea* sp. y *Rupela albinella*.

barrenadores (*Diatraea* sp. y *Rupela albinella*). El grado de resistencia fue determinado por el porcentaje de corazones muertos y de panojas blancas y expresado como porcentaje de tallos dañados. IR22 fue la variedad más resistente comparada con Milfor la cual mostró una alta susceptibilidad al daño de los barrenadores (Cuadro 7). En general, las variedades enanas fueron más resistentes que las variedades de porte alto.

CICA 4 y una selección de IR665 fueron tratadas con el insecticida granulado Carbofuran (Furadan) al 3 por ciento. Se observó una reducción del daño producido tanto por barrenadores como por otros insectos chupadores. Pareciera que la época de la aplicación tiene mucha importancia y puede tener influencia en la reducción del número de aplicaciones que son necesarias para obtener un control económico de la plaga.

Rupela albinella Cramer es un barrenador que se encuentra con mucha frecuencia en los arrozales de América Latina. Su abundante presencia en los campos de arroz ha causado preocupación a los agricultores lo cual ha hecho necesario el dar recomendaciones sobre la aplicación de insecticidas para lograr su control.

Se ensayaron 18 variedades de arroz con el fin de observar la preferencia de

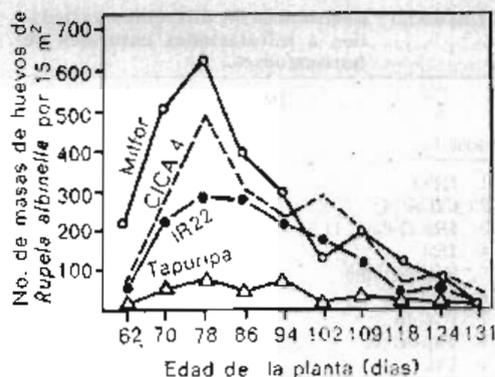


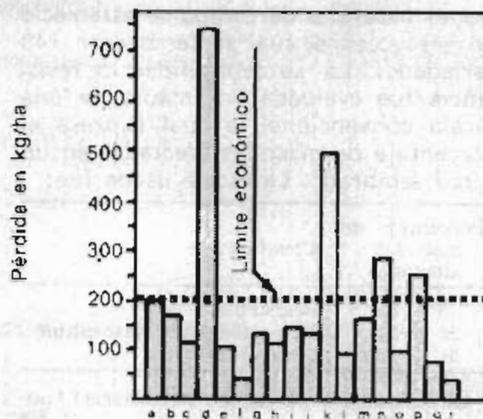
Fig. 11. Preferencia de *Rupela albinella* C. para la oviposición, en cuatro variedades de arroz, de los 62 a los 131 días después de la siembra.

Rupela albinella a la oviposición para lo cual se hicieron recuentos del número total de masas de huevos por variedad, desde los 60 a los 130 días después de que el arroz fue transplantado. *Rupela* sp. mostró una preferencia varietal para ovipositar cuando la planta tenía 78 días. Milfor fue la variedad más preferida para ovipositar (Fig. 11).

Comparativamente, se encontraron menos larvas en Milfor, LM-1, ICA-10, L9-20 y CICA 4 y se observaron más larvas en Tapuripa, IR22, L9-17, Starbonnet y una selección de IR665. Esto indica que existe un comportamiento instintivo del insecto de no preferir a ovipositar en algunas variedades, así como que existe un efecto de antibiosis, el cual pueda tener alguna influencia en la resistencia de las variedades (Fig. 12).

En este ensayo también se determinó que un nivel de cuatro corazones muertos por metro cuadrado es el límite del daño económico que se puede considerar como inocuo y que la aplicación de insecticidas es recomendable solamente cuando el daño supera ese nivel.

Para las variedades comerciales probadas en este experimento se concluyó que no era necesario recomendar la aplicación de insecticidas para el control de *Rupela* sp. Más aún, existe un excelente control natural brindado principalmente por el parásito de huevos *Telenomus* sp. y existen otros factores que, generalmente, reducen la población de



- | | | | |
|---|--------|---|---------------|
| a | Milfor | l | L9-20 |
| b | L9-22 | m | ICA-10 |
| c | L9-21 | n | Bluebonnet |
| d | LM-1 | o | L9-33 |
| e | L9-16 | p | IR-841-67-1-2 |
| f | CICA 4 | q | Starbonnet |
| g | L9-30 | r | L 13 |
| h | IR8 | s | IR22 |
| i | L9-17 | t | Tapuripa |

Fig. 12. Estimación de las pérdidas de cosecha causadas por *Rupela albinella* C., en 18 variedades de arroz.

Rupela sp. después de que los huevos han eclosionado, llegando a sobrevivir solamente un 8.5 por ciento de la población el cual alcanzaría el tallo de la planta con lo cual se llegaría a producir el daño (Fig. 13).

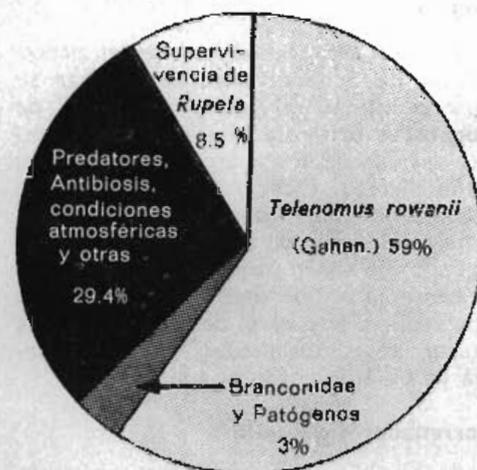


Fig. 13. Factores naturales que afectan la población de *Rupela albinella* C.

CONTROL DE MALEZAS

Las investigaciones sobre control de malezas en arroz, durante 1972, se concentraron en la prueba de herbicidas, comparación de métodos de siembra en función de la habilidad competitiva de las plántulas de arroz y en el estudio de problemas específicos relacionados con la presencia de malezas en los arrozales.

Prueba de herbicidas

Cuando se establece un arrozal utilizando semilla pregerminada surge de inmediato una duda: cuál es el efecto de los herbicidas, especialmente de los que se aplican a las malezas en preemergencia, sobre la semilla pregerminada de arroz. Como la semilla yace en la superficie del suelo y la radícula comienza a brotar, se reduce la tolerancia al herbicida puesto que el producto entra en contacto directo con la semilla y posiblemente, con los dos meristemas.

Se evaluó la selectividad de los herbicidas en cuatro experimentos sembrados por semilla seca en siembra directa y por semilla pregerminada. Aquellos productos que ocasionaron daños apreciables en el primer ciclo de siembras correspondiente a este año fueron descartados; en el segundo se incluyeron otros herbicidas. Las malezas encontradas fueron: *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Eclipta alba*, *Heteranthera reniformis* y *Cyperus* sp. Solamente se comprobó una gran cantidad de malezas en los ensayos sembrados por siembra directa en el primer ciclo arrocero del año. La operación de encharcar el terreno antes de la siembra redujo bastante las poblaciones de malezas, y el uso de semilla pregerminada dio a las plantas de arroz una ventaja inicial por altura de planta sobre las malezas que se establecieron en el arrozal.

Los siguientes productos mostraron toxicidad al aplicarlos en preemergencia al arroz pregerminado: Metazol, Pronamida, Butaclor, Oxadiazon, Bentiocarbo, y Linuron. La aplicación de Butaclor en

preemergencia tardía mejoró la selectividad pero no eliminó el daño. El Clorbromuron fue más selectivo que Linuron aun cuando su composición química es muy semejante.

El único compuesto preemergente con suficiente selectividad hacia la semilla pregerminada fue Fluorodifen. Todos los tratamientos en postemergencia fueron selectivos y por lo tanto, pueden ser aplicados con el mismo margen de seguridad al arroz sembrado con semilla pregerminada como al de siembra directa. En ningún caso se observó daño al cultivo con los tratamientos aplicados sobre el arroz de siembra directa.

Los rendimientos muestran el serio daño causado por algunos de los productos preemergentes. No obstante, el promedio de producción para todos los tratamientos indica que la producción de arroz obtenida con semilla pregerminada es 31 por ciento mayor que la lograda con siembra directa (5.841 vs. 7.643 kg/ha). Esta diferencia señala la ventaja que se obtiene al utilizar semilla pregerminada.

En términos generales, el control de malezas varió de bueno a excelente. El producto más promisorio es Oxadiazón, aplicado en preemergencia sobre arroz de siembra directa. El Butaclor y el Bentiocarbo dieron resultados buenos y similares; la principal diferencia está en que el Bentiocarbo es menos efectivo para las malezas de la familia de las Compuestas, como *Eclipta alba*.

Se probaron varias mezclas cuyo principal ingrediente era Propanil, en aplicaciones postemergentes. Se procuró que el segundo producto utilizado en la mezcla tuviera acción residual en el suelo con lo cual se prolongaría el control sobre las malezas, puesto que el Propanil es solamente un herbicida de contacto. Estos tratamientos parecen ser muy promisorios para controlar malezas en arroz de secano, por tal razón, se deben continuar las pruebas de Propanil y Butaclor, Bentiocarbo, Fluorodifen o DNBP, bajo condiciones de secano.

Métodos de siembra y habilidad competitiva del arroz

El uso de semilla pregerminada contribuye al rápido crecimiento inicial del arroz, dando al cultivo una notoria ventaja en la altura de la planta sobre las malezas que germinan posteriormente. Sin embargo, aún no existen datos en América Latina con los cuales se pueda comprobar esta observación.

Se hizo un estudio en una casa de malla, en el cual se procuró comparar el vigor inicial de las plántulas de arroz producidas por semilla sometida a tres tratamientos previos: secado, remojo y pregerminación. Los dos primeros tratamientos se sembraron a profundidades de 1, 2 y 3 cm para observar los efectos de la profundidad de siembra sobre el vigor de la plántula. En todos los casos, la semilla pregerminada fue esparcida sobre el suelo encharcado (Fig. 14).

Para observar el efecto de la competencia de las malezas, en los primeros tres cm de suelo se mezclaron semillas de *Echinochloa colonum*, *Eclipta alba*, *Amaranthus dubius*, *Jussiaea* sp. y *Lepochloa filiformis*. Luego, se sembraron 60 semillas de la variedad CICA 4, las cuales habían sido preparadas previamente, según el tratamiento correspondiente a la profundidad necesaria.

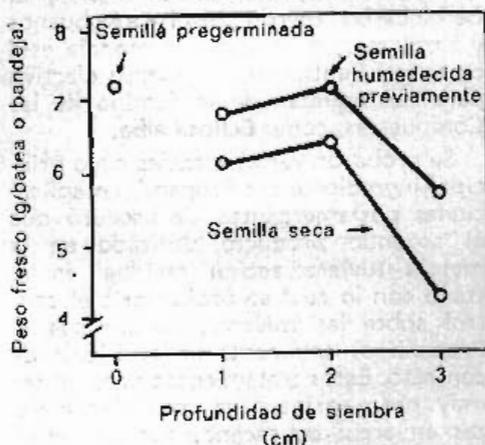


Fig. 14. Efecto de la profundidad de siembra sobre la cosecha de arroz (peso de grano fresco) 14 días después de haber sido sembrada la semilla en bandejas (semilleros de cajón), en ensayos de Invernadero (promedios de tres ensayos).

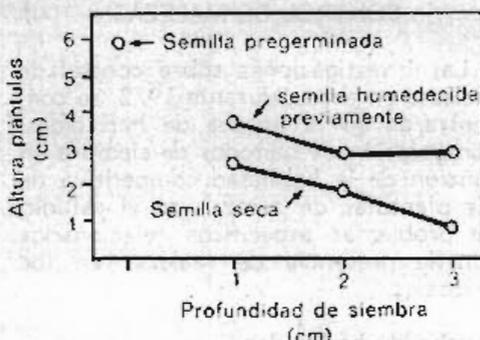


Fig. 15. Efectos de la profundidad de siembra sobre la altura de las plántulas, siete días después de la siembra (promedios de tres ensayos).

La semilla pregerminada y la remojada, sembradas a 1 y 2 cm produjeron la mayor cantidad de arroz. La siembra a 3 cm redujo la producción, tanto para la semilla seca como para la remojada; el crecimiento del arroz proveniente de semilla seca fue siempre inferior al de las otras dos clases de semilla, sin distinción de la profundidad de siembra.

El vigor inicial del arroz sembrado con semilla pregerminada se puede comprobar en la altura del cultivo a los siete días. Hubo una correlación negativa entre profundidad de siembra y altura de las plántulas para la semilla seca y la remojada. Así pues, el método de siembra que brinda al cultivo de arroz su mayor capacidad competitiva en relación con las malezas es el de semilla pregerminada. La remojada es mejor que la semilla seca y las siembras superficiales son mejores que las profundas (Fig. 15).

Estas conclusiones se comprueban al comparar el peso fresco del arroz y de las malezas a los 14 días de hecha la siembra en los tres sistemas de siembra, haciendo un promedio de las tres profundidades de siembra (Fig. 16). Al utilizar la semilla pregerminada, al hacer las operaciones de encharcamiento, se obtiene una marcada reducción en la presencia de malezas. Este factor, combinado con la mayor capacidad competitiva de la semilla pregerminada,



Altura inicial de arroz sembrado con semilla seca (arriba) y con semilla pregerminada (abajo).



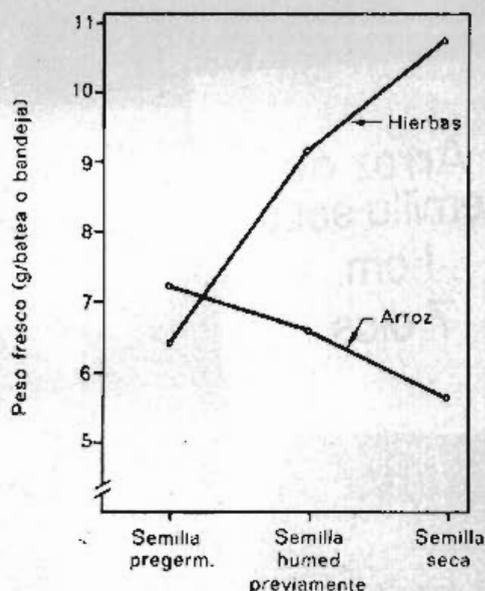


Fig. 16. Efecto del método de siembra de arroz sobre la cosecha y sobre el peso total de las hierbas (en promedio) utilizando tres profundidades de siembra (promedios de tres ensayos).

hace que este sistema sea el más recomendable para lograr un buen control de malezas por medio de prácticas culturales. El segundo lugar lo tiene el método de semilla remojada, debido a que también redujo la producción de malezas, en comparación con la siembra de semilla seca.

Problemas específicos sobre malezas

Se estudiaron por separado, dos especies de malezas que presentan problemas en los arrozales: a) *Heteranthera reniformis* (buche de gallina, una maleza acuática de hoja ancha que invade canales y campos de arroz y es resistente a los herbicidas postemergentes disponibles actualmente; es de germinación tardía y por lo tanto, los herbicidas preemergentes son demasiado débiles para lograr su control) y b) *Paspalum distichum* (la guabina, otra maleza acuática que comienza por invadir los caballones y bordes de los canales de riego y continúa estableciéndose en los campos inundados; se propaga tan-

to por semilla como por estolones; por ser estos muy agresivos el control de esta maleza se hace bastante difícil) (Cuadros 8 y 9).

La experiencia previa había demostrado que, en los cultivos de arroz, el control de ambas especies es difícil. Por lo tanto, se probaron varios tratamientos postemergentes en terrenos en los cuales no había arroz sembrado con el propósito de tratar de destruir las malezas antes de establecer el cultivo.

Se controló la guabina con glifosato (un producto nuevo, postemergente, no selectivo), MSMA y Dalapon en aplicaciones fraccionadas. El MSMA fue más efectivo que el DSMA y se comprobó un obvio antagonismo entre Dalapon y Glifosato. El ácido cacodílico y el Paraquat dieron un buen control inicial pero luego la guabina se recuperó.

Se probaron menos productos para el combate de la maleza denominada "buche de gallina" y solamente el Glifosato brindó un control excelente. Con sólo una aplicación de 0.5 kg/ha se obtuvo control total. Una semana después de haber aplicado la mezcla de Glifosato y 2,4,5-T, se observó un marcado antagonismo entre ambos productos demostrando una vez más que el Glifosato es más eficiente cuando se aplica solo que en combinación con otros productos.

INGENIERIA AGRICOLA

Los suelos arroceros más fértiles de Asia están básicamente localizados en áreas bajas, naturalmente inundadas y deficientemente drenadas. En los trópicos americanos, estas áreas están consideradas como de muy baja productividad, ya que la mayor parte de ellas tienen condiciones pantanosas en la época lluviosa y están cubiertas de pasto en la estación seca.

El CIAT está en una posición ventajosa para diseñar un sistema de producción de arroz que resulte adecuado para estas tierras bajas de América, combinando las prácticas más productivas desarrolladas en las tierras húme-

CUADRO 8. Índice de control de *Paspalum distichum* con aplicaciones postemergentes.

Tratamiento	Dosis kg i.a./ha	Índice de control ¹		
		7	14	30 días
Ensayo I				
1. MSMA	2	4.8	3.5	0.0
2. MSMA	4	7.7	4.7	0.3
3. MSMA	6	8.0	5.5	1.1
4. DSMA	2	3.2	1.2	0.0
5. DSMA	4	4.3	1.7	0.0
6. DSMA	6	4.7	1.7	0.0
7. DSMA ²	1+1	1.5	2.8	0.0
8. DSMA ²	2+2	3.3	2.8	0.6
9. DSMA ²	3+3	4.8	4.5	1.3
10. TCA	10	2.2	0.7	0.0
11. TCA	20	3.3	4.3	1.1
12. Acido cacodílico	2	6.8	3.2	0.0
13. Acido cacodílico	4	8.2	7.5	1.6
14. Acido cacodílico	6	8.6	8.5	3.0
51. Paraquat	0.5	5.8	2.0	0.0
16. Diquat	0.5	4.0	0.7	0.0
17. Dalapón	4	2.2	2.8	4.0
18. Dalapón	8	4.3	5.0	5.3
19. Glifosato	0.5	2.5	7.7	9.0
20. Glifosato	1	4.5	10.0	9.8
21. Glifosato	2	5.2	10.0	9.9
22. Dalapón + Glifosato ²	4+ 0.5	2.2	4.0	6.5
23. Dalapón + Paraquat	4+ 0.5	2.2	8.5	*
24. Testigo	—	0	0	0
Ensayo II				
1. MSMA ²	3+3	—	8.6	9.2
2. MSMA	6	—	8.6	8.2
3. Acido cacodílico	6	—	6.8	4.0
4. Paraquat	0.5	—	0.8	1.5
5. Dalapón ²	4+4	—	5.1	10.0
6. Dalapón	8	—	2.0	5.5
7. Glifosato	0.25	—	1.3	8.2
8. Glifosato	0.5	—	5.1	9.2

¹ Escala de 0 a 10; 0 = ningún control, 10 = control total.

² La segunda aplicación se realizó siete días después de la primera.

* Dato perdido.

CUADRO 9. Índice de control de *Heteranthera reniformis* a los 8, 16 y 60 días después de aplicar postemergentes.

Tratamiento	Dosis kg i.a./ha	Índice de control ¹		
		8	16	60 días
1. 2,4-D amina	1.0	4.0	3.8	0
2. 2,4,5-T	1.0	4.5	5.3	0.6
3. Glifosato	0.5	10.0	10.0	3.1
4. Glifosato	0.75	10.0	10.0	4.6
5. Glifosato	1.0	10.0	10.0	6.0
6. Glifosato + 2,4-D	0.5+ 0.5	9.7	9.8	1.8
7. Glifosato + 2,4,5-T	0.5+ 0.5	6.7	9.7	1.5
8. Testigo	—	0.0	0.0	0.0

¹ Escala de 0 a 10; 0 = ningún control, 10 = control total.

das de Asia con una programación mecanizada del cultivo que sea factible en las condiciones del trópico americano.

En el Informe Anual del CIAT correspondiente al año 1971 se discutió la conveniencia de establecer en América Latina la producción continua de arroz durante el año, como un medio para reducir el desempleo e incrementar los ingresos; este concepto fue estudiado en la granja del CIAT en el año 1972; sus aplicaciones y derivaciones serán extendidas a otras tierras bajas tropicales a medida que se obtengan resultados comprobados:

El proyecto original contemplaba el uso de tractores pequeños, de 5 y 10 caballos de fuerza con los cuales se pudiera preparar ½ hectárea por día de trabajo. Sin embargo, en vista de que las áreas a utilizarse no habían sido previamente desarrolladas para cultivar arroz, el empleo de los tractores pequeños resultó impotente. Fue necesario emplear tractores de 70 caballos en la limpieza y nivelación de los suelos. En áreas ya desarrolladas para el cultivo de arroz, se utilizarán los tractores pequeños en algunos ensayos que se harán en 1973.

Conviene mencionar que la fuerza motriz ha sido utilizada únicamente en

la preparación de la tierra; las labores de siembra, fertilización, aplicación de insecticidas, fungicidas y herbicidas se han efectuado a mano. El empleo de mano de obra continua, eficiente y bien remunerada se ha establecido como una meta deseable de un programa de trabajo que contemple ciclos consecutivos de preparación de tierra, siembra y cosecha a través de contratos hechos sobre la base de unidades de trabajo cumplido; estos datos permitirán comparar costos de producción y programación de labores con otros sistemas de producción.

El Cuadro 10 muestra las necesidades de mano de obra, maquinaria agrícola e insumos, y costos de producción, de acuerdo con los datos obtenidos por el CIAT en el año 1972. El Cuadro 11 muestra fechas de siembra y de cosecha, rendimiento por unidad de superficie, etc., en lotes que fueron cosechados después de 120 a 140 días de sembrados, los cuales pudieron haber sido preparados y utilizados con nuevas siembras si hubiera habido disponibilidad de agua y de fuerza motriz. Estos dos elementos fueron suministrados preferentemente a las parcelas experimentales que pertenecen a otros programas del CIAT.

CUADRO 10. Promedio de labor, equipo y materiales requeridos para producir arroz en los lotes de producción del CIAT en 1972.

Operación	Hombre-días-ha	Costo labor (Dólar)	Costo de Máquina y material
1. Preparación de tierra ¹ con un tractor de 70 caballos de fuerza, rototiller y rastrillo de púas.	0.5-1.0	2.00	25.00 a 50.00
2. Construcción ² o reparación de 640 mts/ha de diques con 50 cm alto, 75 cm de base y 25 cm.	8.0	16.00	—
3. Limpieza de diques durante la época de cosecha 640 metros	4.0	8.00	—
4. Siembra al voleo de semilla pregerminada 100 kg/ha.	1.0	2.00	15.00
5. Aplicación al voleo de fertilizante urea 200 kg/ha (dos aplicaciones de 100 kilos)	2.0	4.00	22.00
6. Aplicación al voleo de insecticida granular (20 kilos de 3% furadan activo)	1.0	2.00	20.00
7. Control de maleza			
a. maleza a mano 1 tiempo 3% del área	5.0	10.00	—
b. aplicación de propanil con fumigadora de espalda 2.6 kg en 100 litros de agua	1.0	2.00	20.00
8. Aplicación de riego, mantenimiento de canales, diques y conservar flotando 100 días por bombeo	10.0	20.00	25.00
9. A. Cosecha a mano 6.000 kg/ha (cortar, transportar, amontonar, trillar en un tambor de 55 galones, limpiar, empacar 100 sacos y trasportarlos 100 mts a la carretera)	30.0	90.00	—
B. Cosecha a mano 6.000 kg/ha (cortar, trillar en una trilladora portable, limpiar, empacar 100 sacos y transportar 100 mts a la carretera)	25.0	75.00	—
C. Combinada en tamaño medio, combinada 100 sacos y trasportarlos 100 mts a la carretera cuadrilla de 3 hombres y combinada en 1/3 día.	1.0	6.00	60.00
Sumario basado en el método de cosecha			
	A	\$ 62.5	\$ 155.00
	B	\$ 57.5	\$ 141.00
	C	\$ 33.5	\$ 72.00
			\$ 127.00 a \$ 152.00
			\$ 127.00 a \$ 152.00
			\$ 187.00 a \$ 212.00

El valor del arroz trillado, con un 25 por ciento de contenido de humedad y 5 por ciento de impurezas, fue de \$ 85.00 por tonelada puesta en la granja; el comprador suministró los sacos y los medios de transporte. El promedio de cosecha de 6.000 kg/ha fue vendido a razón de \$ 510.00 por hectárea. Las utilidades con base en valor de la tierra y costos de administración sería aproximadamente de \$ 200.00 por cosecha, con un ciclo de cultivo de 135 días.

¹ Las labores de acondicionamiento de las tierras para la producción, nivelación de los campos y preparación de los suelos requieren 1.0 hombre-día y 1 día tractor.

² La construcción requiere 16 hombre-días.

CUADRO 11. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Estación de Operaciones, Producción de Arroz CICA-4 en 1972.

Lote N°	Fecha de		Días	Area ha	Producción		
	Siembra	Cosecha			Total tons	Tons/ha	kg/ha día
I ₁ S	6-XII-71	18-IV-72	134	3.75	19.4	5.17	39
H ₂ S	15-XII-71	26-IV-72	133	4.20	21.8	5.19	39
J ₁ S	12-I-72	24-V-72	133	1.80	9.2	5.11	38
K ₁ S	14-I-72	26-V-72	133	1.80	12.2	6.77	51
G ₂ S	11-II-72	12-VI-72	122	3.50	25.1	7.17	59
H ₁ N, I ₁ N	12-II-72	26-VI-72	135	7.45	50.0	6.71	50
	18-II-72	6-VII-72	139				48
G ₂ N	1-III-72	18-VII-72	139	4.00	19.5	4.88	35
H ₂ N	11-III-72	24-VII-72	135	4.00	17.7	4.42	33
I ₁ N	29-III-72	5-VIII-72	126	2.54	15.3	6.02	48
H ₂ S I ₁ S	28-IV-72	31-VIII-72	125	3.00	20.3	6.77	54
H ₂ S I ₁ S	12-V-72	22-IX-72	133	7.00	36.0	5.14	39
F ₁	23-V-72	28-IX-72	128	8.80	50.5	5.74	45
D ₁	26-V-72	4-X-72	131	8.80	66.8	7.59	58
Total				60.64	363.8		
Promedio			132			6.00	45

Como la mayoría de las personas contratadas como obreros de campo no tenía experiencia en la cosecha de arroz a mano, ni tampoco se disponía de trilladoras combinadas, se anticipó que la labor de cosecha presentaría el programa más serio en todo el ciclo del cultivo de arroz. Sin embargo, ese problema fue solucionado satisfactoriamente mediante la utilización de una cosechadora portátil elaborada con un tanque o tambor de 55 galones. Con esta cosechadora fue fácil trillar la variedad de arroz

CICA 4 obteniéndose un alto rendimiento por hombre-hora.

Un estudio de tiempo y de utilización de esfuerzo (Cuadro 12) demostró que la utilización de esta cosechadora de tambor dio un promedio de rendimiento de 79 kilos por hombre-hora, lo cual resulta favorable al compararlo con los 70 a 84 kilos por hombre-hora que se obtiene con las trilladoras a motor, construidas especialmente para reemplazar la cosecha de arroz a mano.

CUADRO 12. Valores promedio de cosecha a mano, cortar, transportar, amontonar, trillar en un tambor de 53 galones, limpiar y empacar un total de 48.4 toneladas de paddy con un 25% de contenido de humedad de un área de 9.6 hectáreas.

Operación	Total hombre-horas	Hombre-horas		Porcentaje
		por tonelada	por hectárea	
Cortar y amontonar	1059	23	110	44
Transportar y amontonar	430	9	45	18
Trillar	611	13	64	36
Limpiar y empacar	296	6	31	12
Total	2396	50	250	100

La información más importante que contiene el Cuadro 12, es la de que el mayor esfuerzo que se necesita hacer en la recolección de arroz a mano, no representa la trilla sino el corte y transporte del producto cosechado, lo cual requiere 62 por ciento del esfuerzo. Con base en esta información, la cosechadora construida por el CIAT (ver párrafo anterior) se acondicionó para transportarla fácilmente de un lugar a otro dentro del arrozal (Foto pág. 176). Los trabajadores han expresado su preferencia por el uso de la unidad portátil la cual les permite cosechar más grano y aumentar sus ganancias con un menor esfuerzo; con este sistema, dos personas pueden cortar, trillar, limpiar y empacar de 8 a 10 sacos, de 60 kilos, por día.

En el año 1972 el CIAT pagó 21 pesos (cerca de 0.93 dólares) por saco trillado, lo que significa un ingreso de 3.73 a 4.65 dólares por hombre-día. Los precios que se pagan una combinada en Colombia son de 15 pesos (0.67 dólares) por saco. La mano de obra contratada como obreros de campo podría ganar US.\$ 2.68 a US.\$ 3.33 diarios aún pagando el costo de la trilla en una combinada (\$ 0.67 por saco). De esta información se deduce que la cosecha de arroz a mano puede ser lucrativa para el obrero, puesto que los salarios normales son solamente equivalentes de 1.00 a 1.50 dólares diarios. La información recopilada en 1972 (Cuadros 10, 11 y 12) permiten el desarrollo de sistemas a base de uso intensivo bien sea de mano de obra o de maquinaria dependiendo de la disponibilidad de ambos elementos, salarios y objetivos. Es posible diseñar un sistema de producción de arroz para proporcionar empleo productivo a los obreros de campo y uso adecuado del recurso tierra el cual sea aplicable en áreas cercanas a ríos grandes y ciudades populosas como Barranquilla, Cartagena y Cali en Colombia y en otras áreas como la Cuenca del Río Guyas, en Ecuador, y Belén, en Brasil, en las cuales hay amplia disponibilidad de tierra,

agua, mano de obra y mercado para el arroz. Se pueden diseñar sistemas de producción continua de arroz utilizando los siguientes datos:

- 1) Extensiones de terreno superiores a 10.000 hectáreas es posible obtenerlas en arrendamiento a menos de \$ 50.00 por hectárea-año, lo mismo que el agua necesaria para irrigarla, a menos de \$ 50.00 por hectárea-año.
- 2) En relación con la mano de obra, es posible conseguir más de 10.000 obreros provenientes de áreas situadas alrededor de poblaciones de más de 200.000 habitantes y a un costo promedio tanto rural como urbano menor de \$ 2.00 por día, para la ejecución de labores, tales como las anotadas en el Cuadro No. 10.
- 3) El costo de la maquinaria por día oscila más o menos alrededor de \$ 50.00, para tractores con 70 caballos de fuerza al volante, equipados con implementos, combustible y tractorista. Los tractores de menor caballaje son de poco uso en esta clase de labores, pero podrían utilizarse con éxito.
- 4) Para la aplicación de semilla, fertilizantes y pesticidas, se dispone de mano de obra, servicios de avionetas o helicópteros a un costo que oscila entre \$ 1.50 y \$ 4.00 por hombre-día.
- 5) La recolección que puede hacerse a mano o con cosechadora mecánica, se puede obtener a un costo que varía entre \$ 0.67 y \$ 0.98 por cada saco de 62 kg. de arroz con cáscara.
- 6) El transporte se hace generalmente en camiones que cobran a \$ 0.50 por tonelada-kilómetro.
- 7) La productividad del arroz cosechado oscila entre 30 y 60 kg. por día, para un promedio de 45 kg por día, durante el ciclo de vida de la planta.



Una cosechadora portátil operada manualmente, la cual fue diseñada en el CIAT, aumenta la eficiencia de los obreros en sus labores de campo.

- 8) El valor recibido por el cultivador es de \$ 85.00 por tonelada de arroz en cáscara con 25% de humedad y 5% de impurezas; además el empaque lo facilita el comprador.
- 9) El arroz se puede cultivar durante todo el año debido a condiciones de temperatura, lluvias, riego y otras, que favorecen una cosecha continua en el año.
- 10) El consumo de arroz aumenta en forma progresiva para remplazar otros como la yuca, plátano, maíz, papa y trigo en la dieta local.

Se debe destacar el hecho de que los resultados anotados en estos cuadros, fueron obtenidos de cosechas plantadas en suelos normales y bien preparados.

Bajo las condiciones señaladas, la interacción de varios factores como trabajo, tierra, maquinaria e insumos puede

utilizarse para diseñar un sistema de producción de arroz. Si un requisito básico es proveer empleo productivo y si se estima que se necesitan cerca de 50 hombres-días por hectárea, distribuidos como se indica en el Cuadro 10, es posible planear un programa de trabajo continuo de producción estable, con 120 hombres-días de trabajo, durante un ciclo de cultivo de 140 días calendario.

Con base en los datos contenidos en los cuadros anteriores, los técnicos en arroz del CIAT han desarrollado algunos posibles sistemas de producción, a varios niveles de magnitud y de intensidad de mano de obra, en un programa de operación que cubre todo el año. La magnitud varía entre una operación en que se están cosechando 0.2 ha cada 14 días hasta una operación comercial que comprende 120 hectáreas, bajo mecanización parcial y empleando 32 obreros en forma permanente y cose-

chando un promedio de 6 hectáreas por semana. Si se desea obtener información adicional acerca de estas alternativas de intensidad de trabajo, los interesados pueden solicitarla escribiendo al CIAT.

Los sistemas de producción descritos ilustran la producción potencial y las oportunidades de empleo cuando los operarios de maquinaria y los obreros trabajan en conjunto diariamente, cada uno desempeñando su respectiva labor y participando en las ganancias de la utilización continua de los recursos disponibles. Ningún sistema es efectivo para todas las circunstancias; sin embargo, un buen manejo de la tierra y del agua, una adecuada disponibilidad de insumos y de mano de obra pueden ser factores que conduzcan a la obtención de sistemas de producción de arroz adaptados a algunas áreas tropicales, los cuales podrán servir de modelo para utilización futura. Además, es convenient-

te determinar cuáles son las extensiones óptimas de terreno cultivado de arroz, para cada conjunto de condiciones ecológicas, a fin de operarlas como unidades de producción con la máxima eficiencia y haciendo el uso más económico y provechoso de los recursos disponibles, tanto en lo que respecta a recursos humanos (administración y mano de obra), como de equipo e insumos.

ECONOMIA AGRICOLA

En 1972 se dio mayor énfasis a la identificación y al análisis de alternativas de mercados para colocar el esperado aumento en la producción de arroz en América Latina inducido por la amplia adopción de las nuevas variedades de arroz que tienen alto rendimiento (VAR). Más aún se trató de estimar cuál es la tasa de adopción de estas nuevas variedades y el aumento esperado en la producción. Finalmente,

CUADRO 13. Área estimada sembrada con VAR en 1971 y área esperada en 1972-1973.

	(Por ciento del área total de arroz)									
	Estimado 1971/72					Estimado 1972/73				
	IR8	IR22	CICA 4	Otro	Total	IR8	IR22	CICA 4	Otro	Total
Argentina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brasil	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bolivia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Colombia	27.2	—	—	—	27.2	17.4	—	22.4	—	39.8
Chile	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cuba	35.0	—	—	63.0	98.0	35.0	—	—	63.0	98.0
Costa Rica	55.8	—	—	—	55.8	23.3	22.8	10.2	10.0	66.3
Ecuador	13.0	—	—	—	13.0	6.0	3.0 ¹	12.0 ²	—	21.0
El Salvador	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Honduras	—	—	—	—	—	—	4.0	—	9.0	13.0
México	9.0	—	—	21.0	30.0	9.0	4.3 ³	—	21.0	34.3
Nicaragua	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	39.0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	39.0
Paraguay	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Perú	18.0	—	—	—	18.0	2.3	—	—	20.0	22.3
Rep. Dom.	—	—	—	—	—	—	—	—	15.0	15.0
Uruguay	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

n. d.: información no disponible.

—: muy poco o nada.

¹ INIAP 2

² INIAP 6

³ Navolato A 71

se iniciaron estudios para analizar el proceso de adopción y para estimar los cambios en el costo de producción y mano de obra ocasionados por la adopción de VAR.

Los ministerios de agricultura y otras entidades nacionales de los países latinoamericanos suministraron información básica sobre la utilización actual del arroz y la distribución de VAR. Se encontró que los usos industriales del arroz se limitaban casi totalmente al grano quebrado mientras que el uso de granos enteros, para propósitos industriales, no era común. Estos datos están siendo analizados actualmente con el propósito de determinar la factibilidad económica de utilizar grano entero para la elaboración de concentrados y para otros propósitos industriales. Los resultados preliminares muestran que sería económicamente factible utilizar el arroz en Colombia para remplazar parcialmente el trigo en la elaboración del pan si el precio de la harina de arroz descende aproximadamente un 10 por ciento. El análisis para otros países latinoamericanos no se ha concluido aún.

El Cuadro 13 muestra datos preliminares de la adopción estimada de VAR en América Latina durante el período 1971-1972 y la adopción esperada durante 1972-1973. Se espera que el área sembrada con la variedad IR8 disminuirá, mientras que aumentarán las siembras hechas con CICA 4 e IR22. Otras variedades que presentan buenas expectativas son Sinaloa A-68, en México y Costa Rica y Naylamp, en Perú.

La tasa de adopción es alta en Cuba, Costa Rica, Colombia y Nicaragua. Los datos sobre la tasa de adopción de VAR deben ser interpretados con algún cuidado en vista de que la exactitud de tales datos es difícil de comprobar. Además, pueden ocurrir cambios inesperados en el mercado, tales como discriminación de precio debido a la calidad del grano de VAR, o bien, la rápida reducción de la tasa de adopción por causas imprevistas.

ADIESTRAMIENTO

La importancia que tiene el cultivo de arroz en los trópicos de América Latina y el interés que han mostrado las instituciones nacionales en las cosechas de arroz se han reflejado en las numerosas solicitudes de adiestramiento que el CIAT ha recibido recientemente. El grupo de profesionales que integra el programa de sistemas de producción de arroz ha reconocido la necesidad de desarrollar una amplia red de profesionales bien adiestrados para continuar el proceso de producción de variedades, las cuales, posteriormente, deben ser probadas en diferentes localidades y si son eficientes como productoras, su adopción debe ser estimulada, al igual que la tecnología que las acompaña. Con esta idea en mente, se han identificado y seleccionado candidatos de los programas nacionales de arroz para recibir adiestramiento en el CIAT. En el período comprendido entre 1969 y 1971, 14 profesionales fueron adiestrados en el programa de arroz. Un total de 11.2 años-hombre, en términos de adiestramiento impartido, es la cifra que representa el esfuerzo hecho por el CIAT en este campo incluyendo a los profesionales que recibieron adiestramiento exclusivamente en este cultivo, así como a los becarios de los grupos disciplinarios, tales como Protección Vegetal y el Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos. En 1972, un grupo de 16 becarios participó en el programa de arroz a tiempo completo y otros 20 representaron a los grupos disciplinarios y al Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos participando a tiempo parcial y completando así un total de 10.7 años-hombre en términos de adiestramiento.

Como resultado de un esfuerzo conjunto del Instituto Rio Grandense del Arroz (IRGA) y del CIAT vinieron a este último 22 agrónomos que trabajan en programas de investigación y de extensión, en el Estado de Rio Grande do Sul, Brasil, para participar en un curso



Un becario de Ecuador que se especializa en el cultivo de arroz prepara la tierra con un pequeño tractor.



Este grupo de agrónomos procedentes de Brasil y que reciben adiestramiento en el CIAT, organizó un día de campo para cultivadores de arroz.

corto sobre producción de arroz, de julio 26 a agosto 26. El personal de los programas de Arroz y de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos unió sus esfuerzos para organizar y conducir este curso, con la contribución de otros 26 científicos y especialistas del CIAT y de otras instituciones colombianas. En este curso se dio énfasis a las prácticas de campo realizadas por cada uno de los becarios en los lotes de la sede del CIAT; estas prácticas cubrieron todas las operaciones involucradas en la producción de arroz, utilizando las nuevas variedades de alto rendimiento, bajo irrigación. Además de las prácticas de campo se presentaron conferencias y se organizaron discusiones sobre diferentes tópicos de la tecnología de producción de cultivos, así como economía agrícola y comunicación. Además, los participantes del curso organizaron y llevaron a cabo un día de campo.

Después, se hizo una evaluación sobre el cambio logrado en la habilidad de diagnóstico y en la adquisición de conocimientos sobre tecnología y prácticas culturales que adquirieron los be-

carios durante el curso. Se comprobó un progreso sustancial en ambas competencias, el cual está representado por un cambio promedio de 5.15 a 7.3, en una escala de 1 a 10.

Una de las funciones catalíticas del CIAT consiste en la organización de una red de especialistas con intereses comunes. En el presente caso, el interés común era el cultivo de arroz. Como ingrediente de esta función catalítica, el centro provee oportunidades para que tales especialistas se reúnan para intercambiar ideas e información, escuchar presentaciones, asistir a sesiones de refrescamiento de conocimientos y discutir estrategias para el trabajo futuro. Con base en esta filosofía se reunieron en este centro 49 investigadores y especialistas en producción que trabajan en programas arroceros (12 de los cuales habían sido adiestrados en el CIAT en el pasado) provenientes de 12 países. Estos técnicos vinieron para reunirse durante una semana en la Conferencia de Investigadores de Arroz de América Latina, la cual se llevó a cabo del 12 al 15 de junio de 1973.

SUELOS

Los suelos viejos y de buen drenaje natural del trópico bajo, húmedo son, en general, ácidos y poco fértiles. Son fáciles de modificar con aplicaciones de fertilizantes y de cal de modo que sean productivos para cualquier cultivo climáticamente apto a la zona. Sin embargo, el uso de fertilizantes y cal en el área es casi nulo y la producción agrícola se mantiene baja.

Existen, sin duda, muchos factores de orden cultural, social y económico que están entrelazados en la baja productividad actual de estos suelos pero el problema principal radica en el factor económico. Los precios de fertilizantes y de la cal son muy altos en tanto que los precios de las cosechas obtenidas son bajos debido a las distancias que separan a las fincas de los mercados y a la falta de buenas vías de transporte.

El costo de los insumos permanecerá alto hasta que se desarrollen las infraestructuras. Hasta que se obtenga ese desarrollo, las familias rurales de las áreas tropicales estarán necesitando más alimento de mejor calidad a la vez que la creciente población urbana crea una demanda ascendente de fuentes de energía y proteína de calidad a bajo costo.

Tolerancia a la acidez del suelo

Un enfoque al problema de la baja productividad del suelo, cuando no hay facilidad de aplicar fertilizantes ni cal, consiste en la selección de especies o linajes de plantas que se adapten al ambiente del suelo nativo y que requieran un mínimo de insumos de alto costo. Muchas especies se adaptan bien a las condiciones de los suelos fuertemente ácidos y con frecuencia absor-

ben eficientemente el fósforo nativo del suelo. Los mangos, las frutas cítricas, las nueces de Brasil, el marañón y el caucho están entre los cultivos que mejor toleran la acidez del suelo. Hay muchas gramíneas y leguminosas forrajeras y bastantes plantas productoras de féculas comestibles de largo ciclo vegetativo tales como la yuca, el ñame tropical y ciertas clases de plátano, que son tolerantes a los suelos ácidos. (Ver el Informe Anual del CIAT, 1971, p. 118). Los agricultores de los trópicos han utilizado estas especies por varios siglos, tanto para la producción comercial como para la de subsistencia. Hay, sin embargo, una escasez general de granos de cereales y de leguminosas comestibles, que sirvan de base para dietas adecuadas.

En los últimos años se ha demostrado que la tolerancia a la acidez del suelo que tienen algunos cultivos anuales, incluyendo los cereales y las leguminosas, varía considerablemente entre cultivares. Sin embargo, no se ha hecho un esfuerzo sistemático para seleccionar las especies adaptadas a los trópicos, con base en esta característica, para encontrar material agrónomicamente aceptable o bien fuentes de germoplasma que puedan utilizarse en los programas de mejoramiento de cultivos. No hay ninguna otra región en el mundo en la cual estas diferencias entre especies y entre variedades puedan tener más importancia que en los trópicos húmedos de América Latina.

En 1971, el ICA y el CIAT iniciaron un programa conjunto de selección de material genético en la Estación de Carimagua descrito en el Informe Anual del CIAT de 1971. Los ensayos, que incluyen yuca, frijol, maíz, arroz, sorgo, caupí, maní, están realizados en un

CUADRO 1. Algunas propiedades importantes de un suelo típico de Carimagua, de las sabanas altas, planas y bien drenadas.

PH	4.5	C.P. ¹	meq/100g	4.5
O.M. % (0-20 cm)	5	Al+++	meq/100g	3.5
P ppm (BRAY II)	3	Ca++	meq/100g	0.5
Textura	Suelo franco-arcilloso	Mg++	meq/100g	0.3
		K+	meq/100g	0.08

¹ C.P. = carga permanente o CIC a pH original.

oxisol que tiene las características que aparecen en el Cuadro 1.

Se establecieron parcelas grandes, con niveles de cal de 0, 0.5, 2 y 6 ton/ha. El nivel de 0.5 toneladas es suficiente para suministrar calcio y magnesio como nutrimentos pero no para cambiar significativamente los niveles de pH ni de Al+++ intercambiable. El nivel de 6 toneladas es suficiente para neutralizar la mayor parte de Al+++ y para aumentar el pH a aproximadamente 5.5. El nivel intermedio neutraliza 30-40 por ciento del Al+++ y aumenta el pH a 5.0, como aparece en la Fig. 31, pág. 74 del capítulo sobre yuca en el presente informe.

El caupí parece ser la leguminosa más tolerante. El maíz y el frijol negro tienen un grado intermedio de tolerancia mientras que los frijoles no negros (ambos son *Phaseolus vulgaris* L.) son los que tienen menos tolerancia. Como se puede ver en la Figura 1, dentro de cada especie hay mucha variabilidad genética en relación con la tolerancia a la acidez del suelo. El maíz tiene un amplio grado de tolerancia (Fig. 9, pág. 135 capítulo sobre Maíz). En el caso del arroz de secano, algunas variedades tradicionales, como el Monolaya, responden ligeramente al primer incremento de cal mientras que la mayoría de las nuevas variedades semienanas responden de manera sorprendente a la cal y prácticamente no producen nada cuando no se añade cal, bajo condiciones de secano. (Figs. 6 y 7, capítulo sobre arroz, págs. 155 y 158 respectivamente).

Manejo de suelos

Se han hecho muy pocas investigaciones en zonas tropicales de América Latina sobre el manejo de suelos. En

muchas de las mejores áreas agrícolas de la región, los métodos de labranza son similares a los usados tradicionalmente en las zonas templadas de Europa o de América del Norte. En las áreas menos favorecidas (a causa de la topografía, el clima, el suelo o la combinación de estos factores), los sistemas agrícolas tienden a ser más primitivos, o menos mecanizados. La labranza varía desde "cero" (esto es, siembra a mano, "a chuso", en muchos casos en laderas pendientes o bajo un sistema de cultivos migratorios) hasta el uso de arados y rastras de tracción animal. En general, el cultivo se hace bastante superficialmente, hecho fortuito especialmente en los suelos pendientes de las zonas montañosas. Hay casos excepcionales en los cuales la labranza es completamente manual y a la vez bastante profunda (por ejemplo, en la región de Rionegro, Antioquia, Colombia). En Perú y Bolivia los agricultores de los Andes todavía usan el arado de pie para volcar el cespel de pasto después de largos períodos de barbecho espontáneo, antes de sembrar la papa. Al hacer la desyerba y el aporque de

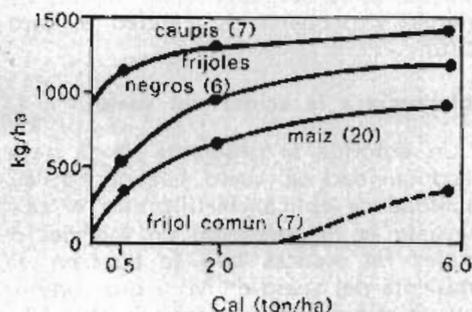


Fig. 1. Resistencia de algunos cultivos a diferentes niveles de aplicación de cal, en Carimagua, 1971 (Los números entre paréntesis representan variedades de cada cultivo incluidas en el ensayo).

los cultivos, especialmente la papa y el maíz, se realiza un tipo de labranza, utilizando para ello azadones pesados, frecuentemente de mango corto.

Los principales problemas relacionados con el manejo tradicional de los suelos tropicales, son: a) el control inadecuado de las malezas; b) los altos requerimientos de mano de obra para llevar a cabo las operaciones de labranza y como consecuencia de ello la limitada capacidad física del hombre para producir, en términos de área cultivada y el consiguiente bajo ingreso que el recibe por sus labores; c) el cultivo superficial, en algunos suelos, se traduce en una penetración muy superficial de las raíces y en plantas demasiado sujetas a la sequía.

La labranza convencional que se acostumbra en las zonas templadas es a menudo desastrosa cuando se aplica a áreas quebradas y pendientes en el trópico debido a riesgos obvios de la erosión. En mejores tierras especialmente en aquellas en donde hay posibilidades de irrigación suplementaria para producir cultivos durante todo el año o bien precipitación pluvial adecuada para obtener dos o más cosechas por año, el problema principal es la pérdida de tiempo que ocurre entre la cosecha y la siembra del cultivo siguiente. Este problema no es tan crítico en áreas templadas en las cuales se produce solamente una cosecha por año. Se requiere suficiente tiempo para: a) incorporar y/o descomponer los residuos de las cosechas; b) hacer varias operaciones de labranza para acondicionar la tierra para la nueva siembra; c) esperar a que haya humedad adecuada en las áreas no irrigadas (puede haber exceso o deficiencia); d) permitir que los suelos pesados se acondicionen ellos mismos, esto es, dejar que los grandes terrones y agregados de suelo se desintegren paulatinamente después de la labranza hasta que alcancen una estructura adecuada para asegurar un buen contacto entre las partículas de suelo y la semilla al sembrarla.

Un análisis de los problemas de manejo de suelos que afrontan los agricultores en los trópicos indicó la necesidad de ensayar prácticas distintas a las usadas actualmente. En 1972, se iniciaron varios ensayos de manejo de suelos para estudiar diferentes métodos de labranza, siembra y manejo de residuos. Un objetivo primordial es diseñar sistemas de producción de cultivos en los cuales no se pierda o se pierda muy poco tiempo entre cosechas y que requieran menos energía o permitan la sustitución de otras formas de energía más accesibles al pequeño agricultor por la mano de obra o labores culturales mecanizadas para aumentar la productividad de los agricultores y de la tierra misma.

La experiencia obtenida en el primer año confirma que la "no labranza" contribuye a una reducción notoria en el tiempo requerido entre cultivos y en el costo de producción asumiendo que haya disponibilidad de otros medios de control de malezas y que estos no sean muy costosos (el costo de los herbicidas y/o de la mano de obra para el control de malezas). También, hemos observado que las condiciones físicas del suelo son mucho mejores al eliminar la labranza que cuando se hace una labranza convencional. La humedad del suelo también se retiene por más tiempo durante los períodos de sequía cuando no se hace labranza alguna y se mantiene el suelo cubierto con un rastrojo. Son obvias las ventajas que resultan de la labranza reducida o labranza cero, en suelos susceptibles a la erosión causada por el viento o por el agua.

La eliminación de la labranza debería reducir, a largo plazo, los problemas de malezas si se hace un eficaz control químico de malezas puesto que el suelo no se remueve y por consiguiente, las semillas de malezas no son llevadas a la superficie ni tampoco se incorporan nuevas semillas al terreno.

El control químico de las malezas es potencialmente más factible para el

pequeño agricultor que el control mecanizado debido a los requerimientos de capital y a las frecuentes limitaciones topográficas que presentan a la mecanización los terrenos de cultivo. Los residuos voluminosos (rastrojo de maíz y sorgo) que quedan en la superficie después de efectuada la cosecha ayudan a reducir el crecimiento de las malezas.

En el primero y único experimento que se ha cosechado hasta fines del año 1972 se hizo una comparación de cuatro métodos de manejo de residuos de maíz, con los resultados que se incluyen en el Cuadro 2. Todos los tratamientos fueron realizados utilizando el sistema de cero labranza, en el cual el cultivo fue sembrado en caballones. No hubo diferencias significativas de rendimiento entre los tratamientos. Este experimento acaba de ser sembrado con maíz, por tercera vez, sin remover la tierra desde que se hizo la preparación inicial del terreno hace más de un año.

Parece posible que al utilizar selectivamente la tecnología disponible (uso de herbicidas, por ejemplo) se podría ayudar al pequeño agricultor a superar algunas de las desventajas inherentes

de su sistema tradicional de cultivo y a aumentar su capacidad de producción; en consecuencia, percibiría una mayor utilidad por su trabajo. La reducción del tiempo necesario y la mano de obra requerida para la preparación de la sementera entre cultivos podría ser un factor decisivo en aumentar la productividad anual total de los suelos tropicales y reducir los costos de producción, tanto para los pequeños como para los grandes agricultores.

Deficiencias de micronutrientes

Las aplicaciones de cuatro ¹kg de boro (elemental) por hectárea han mejorado considerablemente la producción de maíz y de sorgo. Los efectos dramáticos causados por la deficiencia de boro en el maíz pueden apreciarse en la fotografía que aparece en la pág. 133. La deficiencia de zinc limitó severamente la producción de arroz en muchos terrenos en la sede del CIAT (ver el Informe Anual del CIAT, 1971). A través de varias cosechas de arroz y las aplicaciones de zinc hechas a razón de 10-20 kg/ha, se ha eliminado en gran parte el problema. Se presenta información adicional sobre micronutrientes en los capítulos que tratan sobre maíz, arroz y frijol.

CUADRO 2. Rendimiento de grano y de tallo en el ensayo sobre manejo de residuos, CIAT, Palmira, 1972-B.

Tratamiento	Grano, ton/ha (15% H ₂ O)	Tallo, ton/ha (materia seca)
Residuo removido	3.94	12.2
Residuo quemado ¹	3.90	13.8
Residuo cortado ²	3.83	14.0
Residuo intacto ³	3.71	13.6
Promedio	3.85	13.4

¹ Los tallos de dos hileras se colocan en el surco de por medio para la quema.

² Los tallos erguidos se cortan con una cortadora rotatoria inmediatamente después de la cosecha.

³ Los tallos de dos hileras se colocan en el surco de por medio y se dejan intactos, dejando el otro surco de por medio libre de residuos para drenaje o irrigación.

SISTEMAS AGRICOLAS

Durante 1972, se hizo una revisión del trabajo ya iniciado y presentado anteriormente así como del trabajo actualmente en marcha en relación con el programa propuesto sobre Sistemas Agrícolas. Como resultado, la información sobre investigación de sistemas de producción presentada en informes anuales del CIAT correspondientes a años anteriores, se incorporó este año a los textos que corresponden a los diferentes productos agropecuarios con los cuales trabaja el CIAT. Por ejemplo, la información sobre las granjas manejadas por familias en los Llanos Orientales está incluida en la sección sobre Sistemas de Producción Pecuaria, en el presente informe.

Las conferencias e intercambios de ideas entre el personal del CIAT, así como con consultores de fuera de la institución y con las actuales y posibles entidades donantes del CIAT, contribuyeron a diseñar un programa sobre Sistemas Agrícolas el cual será revisado por la Junta Directiva en su próxima reunión.

En esta revisión se reconoció la diversidad de modalidades que presenta la agricultura tropical de América Latina, la cual representa la principal área de intereses y de actividades que desarrolla el CIAT. Este hecho, entre otros, llevó anteriormente a la Junta Directiva a la conclusión de que el CIAT no podría lograr sus objetivos a menos que se considerara la agricultura como un sistema integrado en el cual compiten y se complementan diversos factores.

En el área tropical la agricultura presenta grandes variaciones y está profundamente influida por las tradiciones socioculturales de la población rural. Aún dentro de áreas muy pequeñas, el ambiente sociocultural es, con frecuencia, más variado que el patrón agrícola mismo. Es posible identificar con claridad los patrones culturales de origen europeo, africano e indígena. Debido a esta diversidad de características que presenta el medio es fácil que el investigador pierda el contacto con el agricultor en relación con lo que él hace y porqué lo hace.

Al autorizar el desarrollo del programa de Sistemas Agrícolas, la Junta Directiva en esencia expresó que el CIAT debería involucrarse de lleno dentro del complejo agrícola total de la América tropical. Este concepto es tan fundamental que resulta difícil trazar una línea de acción sin planear al mismo tiempo la estrategia global que debe seguir el CIAT. Sin embargo, si se procura buscar ese enfoque en las sesiones de planeamiento que se llevan a cabo actualmente, habría el peligro de querer alcanzar lo imposible y se podría desviar la atención de las propuestas concretas que ya se han hecho sobre los programas que ya ha establecido el CIAT. Tales propuestas suponen que el CIAT concentrará la mayor parte de sus esfuerzos de adiestramiento e investigación en unos pocos productos agropecuarios básicos y que utilizará extensamente los servicios de otros centros internacionales para la obtención de tecnología que sirva de base para el desarrollo de otros productos agrope-



El cultivo de yame, asociado con yuca, maíz y otros que producen frutos tropicales, representan un potencial valioso como alimento para las familias de los pequeños agricultores.



Tanto en las fincas pequeñas como en las grandes, el transporte de los productos agrícolas cosechados a los mercados representa un problema permanente y un factor determinante de lo que el agricultor siembra.

cuarios. También da como un hecho el que el CIAT confiará a las agencias nacionales el desarrollo y la aplicación de gran parte de la tecnología. El CIAT tendrá como objetivo fundamental el desarrollo y la revitalización de las instituciones nacionales.

Dentro de este marco ideológico, ¿cómo se podría integrar un equipo de investigadores que trabaje en el diseño de sistemas agrícolas, qué tipo de equipo profesional se requiere para el desarrollo de las zonas bajas tropicales y cómo debe funcionar ese equipo? Estas preguntas han sido ampliamente discutidas entre los miembros del personal científico del CIAT, en asocio de asesores y consultores, quienes han ayudado a enfocar los objetivos de este programa.

Se ha logrado un acuerdo general de que el objetivo a largo plazo del Programa de Sistemas Agrícolas es el desarrollo de un proceso que ayude a la identificación y al análisis de los sistemas agrícolas existentes y que contribuya a la utilización de nueva tecnología agrícola en el desarrollo de áreas rurales.

Es necesario distinguir claramente entre el desarrollo de sistemas específicos y el desarrollo de un proceso. La agricultura de América Latina es tan diversa que ningún sistema, ni siquiera una docena de ellos, sería adecuado para toda la región. Ningún producto agropecuario tiene una importancia tan determinante que un "milagro" que se logre con ese producto produzca una revolución agrícola.

El Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz (IRRI), al trabajar básicamente con un solo cultivo de gran importancia para la población del suroeste de Asia pudo llevar a cabo una "revolución verde" en esa populosa región. Logró hacerlo —puede que esto se haya expresado o no— a través de un mejoramiento básico efectuado en el sistema de producción de arroz del pequeño agricultor asiático. Afortunadamente, el tipo de tecnología que se necesitó para llevar a cabo esta transfor-



En dónde y cómo viven las familias de los pequeños agricultores son elementos importantes dentro de los sistemas agrícolas.

mación fue de efecto social neutro y los cambios introducidos en la práctica agrícola tradicional fueron de fácil asimilación para el agricultor. Lo mismo sucedió en el ámbito socio-económico y cultural en el cual vive el agricultor arrocero. No hubo que implantar cambios drásticos en sus creencias, comportamiento o aptitudes.

Los grupos de científicos del CIAT esperan desarrollar una tecnología específica para mejorar la producción y la rentabilidad de los productos agropecuarios con los cuales trabaja. O sea que, en aquellos programas básicos —en especial, ganado de carne y yuca— el CIAT tratará de desarrollar una labor similar a la que hizo el Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz, en colaboración con las agencias nacionales, en relación con el cultivo del arroz. El grupo profesional del Programa de Sistemas Agrícolas del CIAT colaborará estrechamente con todos los equipos de científicos del CIAT con el propósito de alcanzar los objetivos que se han fijado para todos los sistemas de producción en que se interesa el CIAT.

Así como no existe un sistema agrícola único que sea efectivo para toda

América Latina, de la misma manera no hay ningún sistema que necesite ser cambiado drásticamente o reducido a su mínima expresión. En el África Occidental, el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) tiene como una de sus principales metas el desarrollo de sistemas que replacen la agricultura nómada. Este primitivo sistema de producción agrícola extensamente utilizado entre las tribus africanas del área ecuatorial está muy lejos de satisfacer las necesidades de la región. Por lo tanto, el desarrollo de un sistema o de varios sistemas agrícolas más productivos constituye en sí un objetivo fundamental de ese continente.

En América Latina, muchos de los sistemas existentes necesitan ser modificados en grande y en pequeña escala. Pero, la mayoría de estos cambios, adaptaciones y modificaciones, debe ser hecha por las agencias nacionales de acuerdo a las condiciones locales específicas. El CIAT debe estar listo para cooperar en este esfuerzo, canalizando la información obtenida en sus propios programas y en aquellos que impulsen otros centros internacionales hacia las diversas agencias nacionales. La organización de redes de información es una de las metas que persigue el CIAT.

Pero, ¿cómo se hace para adaptar y modificar los sistemas agrícolas tradicionales? ¿Cuáles son los elementos esenciales para lograr ese difícil objetivo? ¿Cuáles son los factores claves para lograr el triunfo? ¿Existe un determinado proceso basado en principios universales que pudiera ser aplicado a un grupo dado de condiciones, con buenas posibilidades de éxito? Estos son algunos de los interrogantes que tratarán de resolver los técnicos que integran el grupo de trabajo del Programa de Sistemas Agrícolas del CIAT.

Entre las metas que se ha impuesto el CIAT están el mejoramiento de la calidad y la cantidad de los alimentos para la población rural y urbana y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural a través de

la introducción de tecnología mejorada y del uso de prácticas agrícolas más eficientes.

Muchos proyectos de desarrollo rural que han tenido éxito tuvieron la buena suerte de involucrar la presencia temporal de uno o más individuos en posiciones claves quienes tuvieron una visión amplia que les permitió identificar no solamente los elementos tecnológicos inherentes al sistema sino también las interacciones que esos elementos tenían con los factores socioeconómicos.

Pero la buena suerte no es suficiente para lograr la adopción de nueva tecnología dentro de la práctica agrícola tradicional o bien para proporcionar una amplia gama de conocimientos o de comprensión clara de un determinado problema. El CIAT se propone reducir en todo lo posible el elemento suerte, formando un grupo que incluya especialistas en varios campos básicos los cuales harán un análisis de la situación actual, identificarán los factores limitantes y procurarán, por todos los medios disponibles, evitar las pruebas empíricas que puedan conducir a errores y a costosas dilatorias en el estudio. La metodología que desarrolle este grupo deberá servir como guía para orientar la investigación misma así como a quienes tengan la función de difundir los resultados de la investigación e incorporar la tecnología a la práctica agrícola, a nivel de finca.

Estos conceptos están sujetos a la aprobación de la Junta Directiva, y luego formarán la base filosófica del Programa de Sistemas Agrícolas del CIAT. En la formación del equipo profesional que trabajará en este programa, se podrá obtener la participación del personal científico que está asignado actualmente a los diversos programas del CIAT o bien se procederá a nombrar a aquellas personas que se consideren más capacitadas una vez que su nombramiento haya sido autorizado por el CIAT y que se hayan conseguido los fondos necesarios para pagar sus sueldos y los gastos que ocasione el desarrollo del programa.

ADiestRAMIENTO Y COMUNICACION

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) continúa brindando una oportunidad para el desarrollo e interacción de enfoques sobre las ciencias del comportamiento en los campos del adiestramiento y de la comunicación. Tales enfoques llevan la misma orientación que siguen los programas multidisciplinarios de investigación y de desarrollo agrícola que es característica de la organización.

El personal profesional y subprofesional que se dedica a las labores de adiestramiento y comunicación se ha integrado a los diferentes grupos multidisciplinarios del CIAT. Esta integración asegura una continua atención al aspecto humano de los problemas, objetivos, actividades y resultados finales que se relacionan con las actividades del CIAT.

Por consiguiente, con la asistencia de un coordinador de las labores de adiestramiento los especialistas del CIAT definen y redactan objetivos sobre comportamiento y desempeño de funciones antes de solicitar el nombramiento de un becario interno postgraduado, de un becario para estudio o de un becario para investigación. La conveniencia de preparar y de utilizar tales objetivos ha sido demostrada previamente al llevarse a cabo los cursos de adiestramiento para especialistas en producción pecuaria y en producción de cultivos.

En relación con la celebración de conferencias y de simposios, la planificación de éstos se inicia después de haber comprobado que existe un interés definido en diferentes países por alcanzar ciertos objetivos específicos.

Luego se diseña la estrategia a seguir para concretar esos objetivos con la asistencia de determinadas personas. Este proceso de definición de objetivos frecuentemente trae como resultado la revisión periódica de la lista original de participantes así como un creciente interés en los temas que se van a presentar, en quiénes los presentarán, cómo lo harán y cuáles serán las oportunidades más propicias para generar discusiones, establecer acuerdos y tomar decisiones dentro de una secuencia lógica de eventos. También, se diseñan y se llevan a cabo planes de evaluación del simposio y programación de actividades posteriores a éste que le den continuidad al mismo.

Se pone un énfasis similar en la planificación, preparación de la información, edición y diseño de las publicaciones, así como en la organización y conducción de seminarios internacionales.

Acorde con el desarrollo global del CIAT, el personal de Adiestramiento y Comunicación aumentó ligeramente en tanto que el trámite de asuntos relacionados con becarios y participantes de conferencias registró un aumento considerable. Durante 1972 permanecieron en la sede del CIAT 118 becarios, en unos casos durante todo el año, en otros parcialmente. Las tres conferencias más importantes (sobre yuca, arroz y porcinos) atrajeron a 200 participantes cada una, en tanto que el Simposio Internacional sobre Biología Básica, al cual el CIAT prestó su asistencia en cooperación con la Universidad del Valle, tuvo 180 participantes.

CUADRO 1. Becarios del CIAT nombrados y/o que completaron el adiestramiento¹.

(Enero 1, 1972 a Diciembre 31, 1972)

Especialización	Categoría de adiestramiento					Total
	Becarios en serv.	Espec. produc.	Becarios investig.	Becarios estudio	Becarios especial	
Prod. pecuaria	—	17	—	—	4	21
Pastos y forrajes	5	—	1	—	1	7
Ganado de carne	—	—	—	—	1	1
Porcinos	6	—	1	1	1	9
Arroz	12	—	1	—	1	14
Yuca	8	—	1	—	1	10
Sanidad animal	2	—	—	1	—	3
Maiz	8	—	1	—	1	10
Leguminosas	1	—	—	—	—	1
Prod. de cultivos	—	14	—	1	—	15
Econ. Agrícola	1	—	—	1	1	3
Ing. agrícola	1	—	1	2	1	5
Suelos	3	—	—	—	1	4
Fitopatología	1	—	—	—	—	1
Entomología	4	—	—	1	—	5
Control de malezas	3	—	—	1	1	5
Comunicación	—	—	1	—	1	2
Ciencias sociales	1	—	—	—	1	2
Total	56	31	7	8	16	118

¹ Este cuadro incluye solamente los becarios nombrados por un período de tres meses o más.

Veintidós técnicos que trabajan en extensión y en investigación sobre arroz, en Rio Grande do Sul, Brasil, asistieron a un curso corto de un mes de duración y 23 trabajadores en salud rural de Panamá participaron en un curso de una semana.

El CIAT mantuvo su énfasis en tres áreas de adiestramiento durante 1972:

en calidad de internos postgraduados, técnicos jóvenes que trabajan en programas nacionales tuvieron la oportunidad de adquirir experiencias orientadas hacia la producción; con esta misma orientación unos pocos técnicos que buscan la obtención de grados de máster o de doctorado recibieron apoyo

CUADRO 2. Becarios procesados por el CIAT (clasificados por campo de especialización).

(Enero 1, 1972 a Diciembre 31, 1972)

Categoría del becario	Campo de especialización					Total
	Ciencias pecuarias	Ciencias agric.	Econ. agric.	Ing. agric.	Comunicación Ciencias soc.	
Becarios en servicio	13	40	1	1	1	56
Especialistas en producción	17	14	—	—	—	31
Becarios para investigación	2	3	—	1	1	7
Becarios para estudio	3	3	1	2	—	8
Becarios especiales	7	5	1	1	2	16
Total	41	65	3	5	4	118

CUADRO 3. Becarios procesados por el CIAT (clasificados por país de origen).

(Enero 1, 1972 a Diciembre 31, 1972)

País	Categoría de adiestramiento					Total
	Becarios en serv.	Espec. produc.	Becarios investig.	Becarios estudio	Becarios especial	
Australia	—	—	1	—	—	1
Bolivia	2	1	—	—	—	3
Brasil	8	—	—	1	1	10
Colombia	33	11	1	5	4	54
Costa Rica	2	2	—	1	—	5
Rep. Dominicana	—	4	—	—	—	4
Ecuador	7	5	—	—	—	12
Inglaterra	—	—	2	—	—	2
Alemania	—	—	1	—	—	1
Haití	—	—	1	—	—	1
Holanda	—	—	—	—	2	2
Honduras	—	2	—	—	—	2
Italia	1	—	—	—	—	1
Jamaica	1	—	—	—	—	1
México	1	2	—	—	—	3
Panamá	—	2	—	—	—	2
Paraguay	—	2	—	—	—	2
Perú	1	—	—	1	—	2
Estados Unidos	—	—	1	—	4	5
Venezuela	—	—	—	—	5	5
Total	56	31	7	8	16	118

para realizar investigaciones; y, además, se continuó el adiestramiento intensivo con duración de un año para preparar especialistas que trabajen en programas nacionales de producción pecuaria o de cultivos.

Estos programas de adiestramiento para especialistas en producción, para los cuales el BID* suministra un número de becas, persiguen los siguientes objetivos:

1) Adiestrar técnicos en ciencias pecuarias y agrícolas sobre las bases de la

tecnología moderna y desarrollo de las aptitudes necesarias para producir eficientemente cosechas o especies animales dentro de sistemas agrícolas que incluyan los ambientes biológico y socioeconómico; este adiestramiento incluye el desarrollo de habilidades para transferir de manera efectiva a los agricultores y ganaderos los conocimientos y destrezas que se han obtenido.

2) Explorar, desarrollar, probar y demostrar una metodología efectiva para integrar en un programa de adiestramiento las ciencias agrícolas y sociales.

* Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C.

CUADRO 4. Becarios en adiestramiento durante 1972, que completaron su adiestramiento en 1972 y que continúan en 1973.

Clasificación	En adiestram. durante 1972	Adies. Compl. en 1972	Contin. en 1973
Becarios en servicio	56	35	21
Especialistas en producción	31	14	17
Becarios para estudio	8	1	7
Becarios para investigación	7	2	5
Becarios especiales	16	12	4
Total	118	64	54

3) Integrar equipos bien adiestrados de especialistas en producción que puedan organizar y conducir programas de adiestramiento en sus respectivos países en los cuales multipliquen los nuevos conocimientos y las aptitudes adquiridas, con lo cual se busca que contribuyan de manera significativa al desarrollo agrícola.

Los enfoques usados en los cursos de producción son bastante pragmáticos. Se hace énfasis en el concepto de "aprender por ejecución" para desarrollar las cinco aptitudes básicas necesarias para los especialistas en producción; éstas son la aptitud técnica, la científica, la económica, la agrícola y la de comunicación.

Los principales cambios de personal durante el año incluyeron el nombramiento de cinco latinoamericanos, a nivel profesional subordinado, para posiciones de responsabilidad en el programa de Adiestramiento y Comunicación. Son ellos el señor Carlos Lascano en calidad de líder del programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria; el señor David Evans como asociado administrativo para coordinar y dar apoyo logístico en conferencias y simposios; el señor Alvaro Rojas, como editor asociado para las publicaciones en español y para mantener enlace entre el CIAT y las empresas impresoras contratistas, y los señores Eugenio Tascón y Carlos Domínguez como asociado y asistente de adiestramiento en ciencias agrícolas, respectivamente.

La renuncia, durante el año, del señor Barry Donath, editor asociado de publicaciones en inglés y de la señorita Patricia Chain, asistente editorial para publicaciones en inglés, creó problemas en la Oficina de Servicios de Información que aún no se han resuelto satisfactoriamente.

El Sr. Néstor Guzmán, nombrado a mediados de 1971 para coordinar el desarrollo de las instalaciones de aloja-

miento y de alimentación en la sede del CIAT, trabajó en contacto con los arquitectos, ingenieros y proveedores. Además, ayudó a supervisar el funcionamiento de las instalaciones de la cafetería que opera en forma temporal en la granja y representó al CIAT ante las empresas hoteleras en Cali para hacer acuerdos que permitieran el uso de las instalaciones de dichas empresas para efectuar conferencias, simposios y reuniones.

El apoyo financiero para las actividades de adiestramiento y de comunicación se deriva de muchas fuentes comenzando con un apreciable donativo anual hecho por la Fundación W. K. Kellogg para financiar el programa básico de Adiestramiento y Comunicación del CIAT así como para proveer con fondos adicionales al programa de conferencias y simposios. Además, la mayoría de los internos posgraduados son financiados por el presupuesto básico global (con fondos donados por varias fundaciones y gobiernos) y el adiestramiento de unos pocos becarios ha sido financiado mediante donativos específicos de un determinado gobierno o entidad.

El BID, por medio de un contrato establecido con el CIAT, suministra aproximadamente la mitad de las becas para los programas de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria y de producción agrícola y el resto es financiado por entidades nacionales y otras organizaciones.

Algunas instituciones específicas pueden brindar apoyo adicional con finalidades establecidas. Este es el caso del International Development Research Centre, del Canadá, el cual contribuyó con 20.000 dólares para financiar una reunión en la cual se revisó el Programa de Yuca del CIAT y el seminario sobre Sistemas de Producción Porcina en América Latina.

En adiestramiento y comunicación el esquema de financiación consiste, esen-

cialmente, en proveer al personal —a partir del presupuesto básico— de las facilidades y equipos necesarios para llevar a cabo las diversas actividades. En caso de la celebración de reuniones específicas, se invita a las organizaciones donantes para que ayuden a financiar ciertos gastos que éstas ocasionen, por ejemplo, el pago de gastos de viaje y mantenimiento de algunos becarios o de participantes en las conferencias.

CONFERENCIAS Y SIMPOSIOS

Una de las metas más importantes de la función del CIAT es la de procurar que los nuevos conocimientos sean difundidos a los científicos y a aquellas personas que, a nivel nacional, tienen capacidad de decisión, así como estimular entre estos grupos nacionales el intercambio de información y de experiencias útiles. Se espera que a través de una mayor disponibilidad de información y de adecuada interacción, se tomen decisiones y se definan líneas de acción para que ambas contribuyan a la solución de los muchos problemas que existen en el campo del desarrollo agrícola y económico, en los diferentes países.

Aunque las nuevas instalaciones que se han diseñado para celebrar conferencias y simposios no estaban aún terminadas en 1972, el CIAT mantuvo un activo programa de conferencias durante este año. Estos seminarios se realizaron en hoteles de la ciudad de Cali; sin embargo, los participantes en cada uno de ellos tuvieron oportunidad de permanecer por lo menos medio día en la granja del CIAT. Los detalles relacionados con estas conferencias (yuca, arroz y porcinos) aparecen en las respectivas secciones en el presente informe.

En los últimos dos años, el CIAT colaboró con la Universidad del Valle, en Cali, en la planificación y organización del XII Simposio Internacional sobre Biología Básica, el cual fue patrocinado

por la Universidad del Valle, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Cornell, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos de Norteamérica, el Laboratorio Nacional de Oak Ridge, la Asociación Panamericana de Sociedades Bioquímicas y la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Ciento ochenta técnicos provenientes de diferentes partes del mundo participaron en el simposio, el cual se realizó en noviembre, en la ciudad de Cali.

En septiembre, se inició nuevamente la serie de seminarios internos dictados por miembros del personal científico del CIAT y por científicos visitantes, quienes, después de sus presentaciones, estimularon discusiones sobre temas de interés. A estos seminarios, en los cuales hay traducción simultánea (inglés y español) asisten los miembros del personal profesional y los becarios.

El trabajo de construcción y acondicionamiento de las instalaciones para conferencias en los nuevos edificios progresó rápidamente. Se espera que para fines de 1973 estarán disponibles seis salones de conferencias de diferentes tamaños, cuatro de ellos con equipo para traducción simultánea, grabación y repetición de cintas magnetofónicas. La capacidad total para seminarios y/o simposios será de 250 participantes para eventos simultáneos más un cupo adicional de 280 personas en el coliseo abierto.

CIENCIAS SOCIALES

El limitado número de científicos del CIAT dedicado a ciencias sociales diferentes de la economía agrícola, participó activamente en una amplia gama de actividades, dentro y fuera del CIAT. Estas comprenden cuatro categorías generales: adiestramiento, evaluación, investigación y consulta.

Adiestramiento. Con la cooperación del personal de economía agrícola, el grupo diseñó, preparó material y organizó el programa de instrucción en co-

municación, economía y otras ciencias sociales para las clases que se imparten a los especialistas en producción agrícola. Este programa, que tuvo una duración de unas 70 horas de instrucción en el salón de clase, además de tiempo adicional en el campo, fue luego incluido en el curso de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria que comenzó en junio.

En resumen, el enfoque integrado empleado utiliza conceptos sobre sistemas con lo cual se ayuda a los becarios a reconocer, comprender y desarrollar la aptitud para trabajar con aquellos factores que afectan la toma de decisiones a nivel de individuo, de finca, de comunidad, de organización y de sociedad en conjunto.

Un trabajo que describe y analiza este enfoque en función de la enseñanza de las ciencias sociales en programas de adiestramiento de especialistas en agricultura fue presentado en una reunión sobre Sociología Rural en América Latina, la cual se celebró en noviembre en Sao Paulo, Brasil. Anteriormente, se había presentado otro trabajo que analizaba el factor que juega con la credibilidad y la competencia profesional como factores claves en el éxito que pueden lograr los especialistas en extensión y en producción agrícola, en el Tercer Congreso Mundial sobre Sociología Rural, que se llevó a cabo en Baton Rouge, Louisiana, Estados Unidos de Norteamérica.

Evaluación. En la planificación de conferencias y de simposios en el CIAT se incluye al personal dedicado a las ciencias sociales; una de sus principales funciones es la de cooperar con los técnicos de las disciplinas biológicas cuya especialidad se relaciona con el tema de tales reuniones en lo que respecta a la expresión de determinados objetivos, en términos de cambio de comportamiento.

Una vez logrado este propósito el personal de la unidad colabora con las personas que están elaborando el pro-

grama de la conferencia o el simposio en la selección de temas y de métodos de trabajo que ayuden a lograr los objetivos propuestos y, al mismo tiempo, diseña la evaluación del evento. Con frecuencia esto conduce a que el personal de ciencias sociales y los técnicos planifiquen actividades en que se involucrarán a los participantes invitados aún antes de la celebración del simposio.

En los párrafos siguientes se narran brevemente las actividades relacionadas con evaluaciones completas o que están actualmente en marcha.

La continua participación del personal de evaluación en el proceso de planificación de eventos futuros, constituye un medio efectivo por el cual el CIAT acumula experiencias y desarrolla habilidades que aplica con efectividad posteriormente.

En septiembre, 83 técnicos procedentes de 17 países latinoamericanos, Suiza, los Estados Unidos y del propio CIAT, participaron en un seminario de cuatro días sobre Sistemas de Producción Porcina en América Latina.

La evaluación de este seminario se está haciendo en dos fases. En la primera, la cual ya está completa, se investigó el impacto inmediato, mediante el uso de cuestionarios que fueron distribuidos a los participantes en el primero y en el último día del seminario. En marzo, 1973, se enviará un tercer cuestionario con el fin de evaluar el impacto del evento a largo plazo.

Se observó que en el primer día del seminario, la comunicación y la cooperación efectiva entre los participantes fueron muy bajas (sólo se obtuvo un 2.3 por ciento del total de interacciones posibles). Como resultado del seminario, esta cifra aumentó a 12 por ciento.

Los participantes indicaron que en el seminario obtuvieron valiosa información acerca de la utilización de productos disponibles localmente, tales como

yuca, maíz, banano, ñame y melaza en la alimentación de cerdos.

De un total de 30 factores que los participantes citaron como limitativos en la producción porcina en América Latina, aquellos relacionados con el comportamiento tradicional de los productores, el alto costo de los alimentos balanceados, la falta de crédito para estimular la producción y las altas tasas de interés del mismo, fueron mencionados con mayor frecuencia.

Entre los posibles medios citados para el fortalecimiento de la investigación sobre sistemas de producción porcina en América Latina, los participantes sugirieron el establecimiento de un sistema efectivo de difusión de información, la celebración de reuniones técnicas con mayor frecuencia, la organización de una asociación profesional y la colaboración continua del CIAT en el adiestramiento de profesionales y técnicos.

En junio, 1972, se realizó una conferencia de cuatro días para investigadores de arroz en América Latina, la cual tuvo 49 participantes procedentes de 14 países. En la evaluación final de la conferencia, los participantes indicaron que la información presentada sobre mejoramiento de plantas, control de plagas y de enfermedades, nuevas variedades y paquetes de tecnología (insumos complementarios) resultó muy valiosa para ellos.

En julio y agosto, 1972, se llevó a cabo un curso corto de un mes sobre producción de arroz para 22 trabajadores procedentes del Instituto Riograndense de Arroz (IRGA), de Brasil. La evaluación posterior mostró que los becarios consideraron muy útil el curso por su orientación hacia los problemas prácticos del cultivo del arroz.

Finalmente, se hizo una evaluación para determinar el efecto logrado a largo plazo con el Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina, el cual tuvo lugar en octubre de 1971. En

la evaluación hecha inmediatamente después de efectuado el seminario, los participantes indicaron que la conferencia había aclarado ideas sobre las nuevas variedades de arroz de alto rendimiento, su adopción y difusión, y posibles problemas secundarios o de "segunda generación". Además, los participantes discutieron la política apropiada para aprovechar íntegramente el potencial de producción de estas variedades y evitar, en lo posible, los efectos negativos.

Una encuesta reciente, hecha un año después de celebrado el seminario a través de entrevistas a los participantes procedentes de seis países latinoamericanos, sugiere que los efectos visibles de este seminario se han limitado a las observaciones hechas por los participantes y mencionadas anteriormente. Con respecto a las nuevas variedades de arroz, ninguno de estos países parece haber desarrollado aún políticas con objetivos definidos y apropiadamente implementados que busquen una equitativa distribución de costos y beneficios entre productores, intermediarios y consumidores.

En las entrevistas hechas recientemente los participantes en el seminario estuvieron de acuerdo en que la adopción de nuevas variedades no ha tenido un impacto significativo en la producción total de arroz en América Latina. Un factor negativo importante, consiste en que los molineros parecen pagar menos por el grano de las nuevas variedades que por el de las tradicionales.

La mayoría de los participantes entrevistados atribuyó estos resultados al hecho de que las nuevas variedades de arroz requieren suelos bien nivelados, un buen suministro de agua de riego y altas cantidades de fertilizante nitrogenado para alcanzar su potencial de producción. Estas condiciones se pueden satisfacer únicamente en áreas relativamente limitadas dedicadas al cultivo de arroz anegado y con productores que no tengan o que tengan un mínimo de

restricciones presupuestarias para financiar sus cultivos.

Por otra parte, muchas de las áreas de América Latina que llenan los mencionados requisitos están localizadas en la zona templada; las nuevas variedades de arroz disponibles actualmente no se adaptan a esas condiciones.

Investigaciones. En 1972 se inició un proyecto de investigación en cooperación con el programa de Economía Agrícola para examinar el proceso de adopción y difusión de las nuevas variedades de arroz y de maíz dentro de los sistemas agrícolas que operan regionalmente. El propósito primordial del proyecto es desarrollar modelos simulados que describan cuantitativamente diversos sistemas de producción con el fin de analizar la posible introducción de nuevos insumos agrícolas en diferentes regiones.

La adopción de nueva tecnología por parte de los agricultores es un proceso de toma de decisiones o de aprendizaje, el cual tiene lugar dentro del contexto de un determinado ambiente o sistema regional socioeconómico. Las instituciones rurales en los sectores público y privado desarrollan nuevos insumos e intentan crear condiciones que conduzcan a su rápida aceptación por parte de todos los adoptantes potenciales.

El estudio tiene dos objetivos específicos: 1) examinar el impacto directo e indirecto de las estrategias que desarrollan las instituciones rurales de acuerdo con las variaciones intrarregionales sobre la tasa de adopción de nuevas variedades, y 2) determinar cuáles son las razones que respaldan la adopción o la no adopción de nuevas variedades por parte de aquellos agricultores que trabajan dentro de un determinado ambiente de toma de decisiones creado por las instituciones rurales, bajo las condiciones socioeconómicas y ecológicas existentes en las zonas bajo estudio.

En relación con este proyecto se llevan a cabo en Colombia dos estudios

extensos. El primero examina la adopción y difusión de las variedades de arroz de alto rendimiento, IR8, IR22 y CICA 4 en el sur del Departamento del Tolima y el segundo estudio examinará la adopción de híbridos y variedades mejoradas de maíz en el norte del Departamento del Valle del Cauca.

Para finales del año se habrá completado un diseño inicial del modelo con base en entrevistas no estructuradas hechas a los agricultores y representantes de las principales instituciones rurales. También se adelantó en el lineamiento del marco de la muestra para los estudios sobre adopción de variedades de arroz y de maíz.

En los últimos meses del año, con la cooperación de la Biblioteca del CIAT, se identificó y recopiló la literatura más importante en relación con la investigación que se haya hecho en diferentes regiones del mundo sobre los hábitos alimenticios, los patrones de dieta y los programas relacionados con la nutrición humana.

Estos temas son de mucha importancia tanto para el CIAT como para los países del mundo en desarrollo. Al producir nueva tecnología sobre un determinado cultivo, una nueva variedad, por ejemplo, se correrá el riesgo de que sea rechazada por los agricultores, los organismos que intervienen en el mercado agrícola, o bien, por los propios consumidores, si su color, textura, tamaño, apariencia, forma, olor, sabor o características de procesamiento son diferentes a las que presenta el producto tradicionalmente utilizado.

Los estudios socioeconómicos hechos en Colombia hace tres años pusieron de manifiesto una gran resistencia en todos los sectores mencionados hacia el uso de las variedades de maíz opaco-2 que estaban entonces disponibles. Esta observación hizo que los fitomejoradores de maíz hayan procurado introducir genes de mayor contenido de lisina a un tipo tradicional de maíz cristalino.

Con ocasión del inicio, por parte del CIAT, de un programa para el mejoramiento regional del frijol fue obvio que, debido al elevado número de variedades de frijol existentes dentro de la especie *Phaseolus vulgaris* L., los fitomejoradores de frijol tendrían que tomar en cuenta los hábitos de alimentación específicos ya establecidos en diferentes regiones, en relación con este cultivo.

A través del estudio de la literatura existente sobre este tema el CIAT espera tener pronto un mejor conocimiento sobre este importante problema, así como de los diferentes factores que contribuyen a establecer y a mantener preferencias o "tabúes" en relación con el consumo de alimentos. Al mismo tiempo, se estudiarán los resultados obtenidos con aquellos esfuerzos que se han encaminado hacia el cambio de las prácticas alimenticias ya que tales resultados pueden servir de base para el diseño de programas de acción apropiados para el futuro.

Consulta. La rápida difusión de los proyectos de desarrollo rural en Colombia, adaptados del proyecto piloto denominado Plan Puebla, en México, ha creado una demanda de asistencia dentro de las agencias nacionales en aspectos relacionados con las ciencias sociales en función de este tipo de proyecto de desarrollo. Cuando el tiempo lo permite, el personal de la unidad se reúne con el personal del ICA y de otras entidades que trabajan en programas similares con el propósito de desarrollar y planear proyectos, asistir a reuniones específicas sobre estos programas y prestar servicios de consulta o de asistencia de acuerdo con los términos de la solicitud que se haga al CIAT. A su vez, el CIAT ha encontrado en estos proyectos nuevas oportunidades para proporcionar a los participantes en los programas de adiestramiento de especialistas en producción, el beneficio de útiles y nuevas experiencias sobre medios de comunicación con los propietarios de fincas pequeñas y métodos de

orientar a tales agricultores en relación con la adopción de nueva tecnología.

Dentro del CIAT, el personal de esta unidad de trabajo ha estado directamente involucrado con otros en el desarrollo de conceptos, filosofía de operación y posibles enfoques que puedan ser aplicables al programa de sistemas agrícolas.

Un investigador asociado que trabaja en dicha unidad dicta un curso sobre programación lineal en la Facultad de Agronomía de Palmira (Universidad Nacional) la cual está situada a poca distancia de la sede del CIAT.

ADIESTRAMIENTO EN CIENCIAS PECUARIAS

Durante los primeros seis meses del año, el personal del Programa de Adiestramiento en Ciencias Pecuarias cooperó con el personal de tres universidades colombianas (la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Medellín y la Universidad de Caldas) para ayudar a establecer en estos centros universitarios programas de adiestramiento desarrollados en fincas ganaderas como parte de los programas académicos de los estudiantes de las facultades respectivas. Se diseñó un programa para cada facultad como parte del curriculum del quinto año de estudios con base en las necesidades particulares y el horario de cada universidad, variando el contenido y la organización de los cursos. En general, la instrucción incluyó sistemas de manejo de una granja ganadera y de producción pecuaria, y también trabajo práctico profesional en fincas ganaderas.

Esta modalidad de asistencia a las universidades fue bien recibida, tanto por los profesores como por los estudiantes de las respectivas universidades. Una de las universidades participantes continuó la fase de trabajo de campo del programa después de haber concluido la participación del personal del



El combate de parásitos externos es una de las operaciones fundamentales en un programa de control de enfermedades en una hacienda ganadera tropical.



La observación periódica de los animales de una finca ganadera y el mantenimiento de registros sobre el manejo de hatos y el comportamiento de los animales sometidos a diferentes tratamientos son prácticas que se procura que los becarios adopten en su estado en las fincas.

CIAT. Esta universidad había enviado un becario al primer programa de adiestramiento para especialistas en producción pecuaria del CIAT. Este hecho subraya la importancia de contar con personal previamente adiestrado en el CIAT antes de iniciar este tipo de programa. Otro problema es que, algunas veces las universidades tienen dificultades para financiar la participación del personal técnico que es indispensable en cualquier curso práctico de adiestramiento.

El primer grupo del Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria (PAEPP) incluyó a 11 técnicos colombianos que se graduaron en diciembre, 1970. Estos profesionales trabajan actualmente en diversas organizaciones colombianas como el ICA, la

Federación Nacional de Cafeteros, la Caja Agraria y varias universidades.

En 1971, el personal de adiestramiento evaluó el curso terminado en 1970, continuó recopilando información en las fincas colaboradoras del PAEPP en la costa norte de Colombia, y desarrolló sistemas que permiten la incorporación de proyectos similares de adiestramiento en los programas de estudio que desarrollan las universidades.

En abril, 11 graduados del primer curso de adiestramiento se reunieron con el personal del CIAT por dos días para intercambiar ideas acerca de las actividades posteriores generadas por el programa de adiestramiento.

Con base en su experiencia de 18 meses después de terminar el curso,

los graduados recomendaron que los programas futuros presten especial atención a los temas de economía y contabilidad, ambas a nivel de finca; problemas sociológicos relacionados con el desarrollo de comunidades rurales, nociones elementales de biometría, diseño experimental y sanidad en la finca y en la comunidad.

Se consideró conveniente brindar orientación de los líderes del proyecto en relación con las características de los habitantes y los problemas del área; el tipo de asistencia directa de los especialistas a los becarios en el campo; las prácticas diarias de manejo de los animales durante el período de adiestramiento teórico, incluyendo el asesoramiento al programa de un agrónomo para ayudar en el control de malezas así como el establecimiento de una colaboración más estrecha con otros programas del CIAT.

En abril, se nombró a un zootecnista como líder del programa de adiestramiento de especialistas en producción pecuaria. Su centro de operaciones es Montería y tiene a su cargo la logística de las operaciones diarias del programa de adiestramiento en la costa.

Los detalles del programa de internado para posgraduados, con respecto a especialistas en ganado de carne y en porcinos, aparecen en esas dos secciones del presente informe.

El Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria

Los planes para el segundo PAEPP se iniciaron en los primeros meses de 1972 al efectuar entrevistas hechas por miembros del personal del CIAT a posibles candidatos en ocho países. En junio, se habían seleccionado e inscrito 17 becarios en el programa, procedentes de los siguientes países: Bolivia (1), Colombia (7), República Dominicana (2), Ecuador (2), Honduras (1), México (2), y Paraguay (2). De ellos, 14 fue-

ron financiados con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo.

En abril, la base de operaciones de la fase de trabajo de campo del curso, se trasladó de Sincelejo al Centro de Investigaciones del ICA, en Turipaná, cerca de Montería. Esta nueva sede proporciona al programa oficinas bien equipadas, salón de conferencias y está adyacente al Laboratorio de Investigaciones y de Diagnóstico del ICA.

Este traslado implicó la consecución de nuevos colaboradores del programa, entre las fincas ganaderas en el área de Montería.

Durante las primeras 10 semanas del curso en el CIAT, los becarios recibieron aproximadamente 440 horas de instrucción en comunicación, economía, nutrición animal (ruminantes y monogástricos), sanidad animal, suelos, zootecnia, mejoramiento genético, agronomía, ingeniería, maquinaria agrícola, control de malezas, pastos y forrajes, salud humana, primeros auxilios y biometría. En este período de 10 semanas se enfoca la atención del becario hacia aquellos factores importantes de la producción pecuaria y en hacerlo consciente del número de disciplinas que están involucradas en el proceso de desarrollo y en la integración del "paquete" de tecnología a través del cual se obtiene mayor y más eficiente producción.

Aproximadamente, el 70 por ciento del tiempo dedicado al contacto entre el personal y los estudiantes fue dedicado al trabajo en el aula de clase; el resto se empleó en enseñar prácticas de campo, tales como inmovilización de los animales para descornarlos, marcarlos, vacunarlos, etc., así como nociones de cirugía menor, examen microscópico del semen, diagnóstico de embarazos, necropsia, evaluación de forrajes y control de malezas.

A mediados de agosto los becarios pasaron a Montería, ciudad colombiana

que se encuentra localizada en un área productora de ganado. En compañía del personal de adiestramiento pasaron tres semanas observando las fincas que podrían servir para el adiestramiento en las actividades de campo. Seleccionaron fincas basándose en la accesibilidad, la factibilidad de introducir tecnología nueva y básica, facilidades existentes de alojamiento y la actitud del propietario en relación con el manejo de la finca.

De las 15 fincas evaluadas se seleccionaron ocho, en las cuales se alojó a los becarios. Cinco fincas recibieron, cada una, dos becarios (un veterinario y un agrónomo) quienes trabajaron en conjunto en la preparación de un amplio plan básico para lograr el mejoramiento de la finca; y esta asociación también permitió el que los dos técnicos intercambiaran ideas y conocimientos. Tres becarios tuvieron a su cargo la coordinación y la supervisión general del trabajo en todas las fincas sobre reproducción de los hatos, manejo animal y control de malezas. Un becario con especial interés en cría de cerdos fue asignado al proyecto del CIAT que trabaja con pequeñas explotaciones porcinas.

Cada becario tiene esencialmente dos asignaciones básicas durante sus ocho meses en la finca. Está encargado de reunir los datos básicos en relación con su finca en términos de utilización de tierra, utilización de mano de obra, número de cabezas de ganado, condiciones de sanidad animal, presencia de enfermedades y parásitos, problemas de nutrición así como otros factores que contribuyen a la producción y productividad de la finca. También diseña y pone en marcha (si el tiempo lo permite) un plan para mejorar la producción de la finca dando énfasis a la tasa más alta de concepción, a la reducción del intervalo entre nacimientos e índice más bajo de pérdidas causadas por la muerte de terneros jóvenes. Esto incluye prácticas tales como el establecimiento de sistemas de registros, manejo mejorado de praderas, selección con base a pro-

ductividad animal y eliminación de los que no alcanzan cierto nivel de productividad, establecimiento de un programa integral de apareamiento, suministro de vitaminas y minerales, construcción de corrales de parición, reducción de problemas de sanidad animal, sistemas mejorados de manejo y nutrición.

Cada becario se entrevista con un supervisor del programa de adiestramiento por lo menos una y generalmente dos veces por semana. Además, todos los becarios se reúnen dos veces al mes en la sede del programa para informar acerca del progreso logrado, discusión de planes y participación en seminarios dirigidos por miembros del personal del CIAT u otras organizaciones.

Cada becario conduce un proyecto de investigación en la finca en la cual vive. Estos ensayos incluyen: evaluación de diferentes métodos de control de malezas, comparación de diferentes métodos de castración, suministro de vitaminas y minerales e implantes con hormonas para el engorde de novillos. Estos ensayos proporcionan datos útiles para cursos futuros y experiencia de campo para diseñar y establecer experimentos.

El programa de campo continuará hasta el 15 de abril, 1973. Los becarios volverán por un mes a la sede del CIAT en donde prepararán y presentarán (a través de un seminarario) un informe sobre su experiencia de campo. Las discusiones de mesa redonda con miembros del personal servirán para informar al personal técnico sobre los problemas de producción que existen en las fincas y también darán al personal la oportunidad de evaluar el progreso hecho por los becarios.

ADIESTRAMIENTO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Los objetivos inmediatos del programa de adiestramiento de especialistas en ciencias agrícolas son: 1) adiestrar técnicos de varios países en producción y en investigación como medio de co-



Como primer paso en el proceso de considerar cuáles podrían ser las formas mediante las cuales se puede lograr un mejoramiento de la vida rural, los becarios que participan en los programas de adiestramiento de producción agrícola deben familiarizarse con los sistemas de cultivo que practican los pequeños agricultores y con las labores de campo que ellos, tradicionalmente, han establecido.

laborar al fortalecimiento de las instituciones nacionales y para proporcionar el medio para que esta clase de personal multiplique su adiestramiento en sus respectivos países; 2) integrar una red de técnicos en investigación y producción con un interés común para la prueba posterior e introducción de resultados prometedores de investigaciones, y 3) identificar y adiestrar técnicos jóvenes para incorporarlos a los diferentes programas del CIAT y de otras organizaciones.

Con el aumento de personal técnico en el CIAT, la definición más precisa de sus objetivos y de los avances logrados por la institución en los programas de productos agropecuarios, ha aumentado el número de técnicos adiestrados en los países a los que sirve el CIAT, así como la calidad del adiestramiento impartido.

Durante el año 1972 hubo varios cambios en el personal del programa de adiestramiento en ciencias agrícolas. Un asociado de adiestramiento recibió una beca del CIAT para continuar estudios en la Universidad de Guelph, en Canadá. Un asistente de adiestramiento aceptó un puesto en el Proyecto de Desarrollo Rural del ICA, en el norte del Cauca, mientras que otro aceptó empleo en una empresa privada dedicada a la producción de cultivos. Dos agrónomos con gran experiencia en producción de cultivos ingresaron al CIAT como asociado y asistente de adiestramiento, respectivamente.

Durante el período comprendido entre el final del segundo y el comienzo del tercer programa de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos, el coordinador de adiestramiento



Los becarios que reciben adiestramiento en producción de cultivos estudian las formas de lograr una eficiente producción de hortalizas en las fincas como parte integral de un sistema de producción agrícola, tanto en fincas grandes y pequeñas. Ellos estudian cuáles variedades son más adaptables a una determinada área y cuáles son las prácticas culturales más apropiadas en esas zonas. Así, la producción hortícola adquirirá importancia social en las zonas bajas tropicales.

y sus colaboradores se dedicaron a varias actividades para desarrollar y extender el efecto del adiestramiento del CIAT.

En ese período estas personas prepararon material de enseñanza para utilizar en el programa de adiestramiento, comprobaron en el campo diversas prácticas agronómicas, exploraron terrenos y buscaron nuevos horizontes en el campo del adiestramiento profesional e identificaron agricultores colaboradores para establecer nexos de trabajo con ellos al celebrar futuros cursos y finalmente buscaron unidades de apoyo para el programa de adiestramiento dentro del país.

En mayo, se organizó un curso corto de una semana sobre prácticas de producción de cultivos de legumbres para 23 supervisores de la comunidad rural del Ministerio de Salud de Panamá.

En septiembre de 1972 se inició una experiencia exploratoria la cual combinó

el adiestramiento en el campo en producción diversificada de cultivos con el adiestramiento en investigaciones de maíz. Este primer intento para capacitar técnicos jóvenes en producción de cultivos se hizo con el fin de adiestrar a los participantes para que puedan: a) identificar los problemas de campo que restringen la producción; b) obtener la máxima efectividad en sus actividades de investigación concentrando sus esfuerzos en el manejo del cultivo bajo estudio; c) planear la investigación y evaluar los resultados obtenidos tomando en cuenta los factores económicos y las relaciones que afectan la producción comercial; d) desarrollar la habilidad que permite hacer un buen diagnóstico en el campo de los problemas que se presentan en los cultivos; y e) considerar las relaciones técnicas y socio-económicas que pudieran existir entre el cultivo que se está investigando y otros cultivos y con los diversos componentes de un sistema de producción.

En el futuro, se estimulará una mayor participación de los becarios para investigación en los aspectos prácticos del adiestramiento en producción agrícola. Las actividades específicas del programa de adiestramiento en los diversos programas básicos están descritas en las secciones del presente informe relacionadas con los productos agropecuarios básicos que interesan al CIAT.

Programa de adiestramiento para especialistas en producción de cultivos

Desde su inicio, en julio de 1970, el programa de adiestramiento para especialistas en producción de cultivos ha presentado dos cursos de 12 meses cada uno. El primero, de carácter exploratorio, involucró diez jóvenes colombianos en actividades de adiestramiento en el campo y en la clase. En el segundo curso, de naturaleza internacional, participaron 14 becarios procedentes de: República Dominicana (2), Honduras (1), Costa Rica (2), Panamá (2), Colombia (4) y Ecuador (3).

Las actividades del curso se iniciaron en marzo de 1971 y concluyeron en febrero de 1972. Durante los últimos dos meses se hizo énfasis en la práctica de la comunicación relacionada con la transferencia de tecnología y con el desarrollo comunitario.

Después de los dos meses de adiestramiento intensivo, que comprendieron instrucción teórica y experiencias prácticas en tecnología de cultivos, experimentación en el campo, manejo de la finca y comunicación, los 14 participantes ocuparon la mayor parte de su tiempo trabajando en estrecho contacto con un número de pequeños agricultores, en la comunidad rural denominada El Bolo. Ahí estudiaron diversos factores como el sistema de producción dentro del cual trabaja el agricultor incluyendo diversos componentes tales como la familia, la ecología, la tecnología de cultivos, la infraestructura de la comunidad, la educación, el transpor-

te, el mercadeo, la disponibilidad de insumos, la mano de obra y la maquinaria. Prepararon informes detallados que sirvieron de base para una serie de discusiones de mesa redonda con los técnicos y administradores del CIAT y de otras instituciones en Colombia.

Otras actividades al final del curso incluyeron:

1) El análisis de datos y la preparación de informes sobre los experimentos llevados a cabo durante el último semestre, tanto en el CIAT como en las fincas privadas, con el objeto de practicar la "validación de tecnología".

2) Un viaje de cuatro días para visitar el Programa de Desarrollo Rural del ICA, en Rionegro, Antioquia. Este incluyó entrevistas con los pequeños agricultores en sus campos y reuniones con los líderes del proyecto para discutir la estrategia diseñada para sus actividades y los resultados que se han obtenido.

3) Una revisión de la economía de la producción de cultivos en las fincas asesoradas por los becarios, con énfasis en la relación costo-utilidad.

4) Exámenes y evaluación del curso.

Una vez terminado el curso, los participantes regresaron a su país de origen; de inmediato y sin excepción, iniciaron su trabajo en sus respectivas instituciones. La comunicación posterior con los antiguos becarios y con los funcionarios directivos de sus instituciones ha indicado que, en todos los casos, los becarios están haciendo uso provechoso de su adiestramiento. Las actividades actuales de los becarios varían desde la extensión o asistencia técnica hasta las labores prácticas de campo en un proyecto de reforma agraria.

Es difícil medir el impacto que ha producido el adiestramiento de estos profesionales en sus respectivas comunidades en los programas agrícolas que se llevan a cabo en su país. La informa-

ción directa obtenida de los funcionarios directivos de las instituciones y de los campesinos localizados en las áreas en donde los becarios trabajan indica que éstos están trasladando la tecnología al campesino de una manera efectiva y están ayudando a aumentar su ingreso real y a mejorar el bienestar familiar campesino.

Pero, la meta final del programa de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos, esto es, la multiplicación del adiestramiento dentro del país, no se ha logrado aún. La información obtenida al tratar de conocer las causas de este fenómeno indica que se presentan ciertos obstáculos, tales como:

1) El mérito que pueda tener el adiestramiento práctico orientado hacia la adquisición por parte de los becarios de una amplia experiencia en un corto tiempo (con lo cual se logra capacitarlos para acción inmediata), no ha sido íntegramente reconocido por las instituciones nacionales. Estas instituciones, por lo general, se inclinan por brindar adiestramiento teórico y por tal razón, procuran aprovechar las frecuentes oportunidades que se presentan para que sus profesionales disfruten becas que les permitan obtener adiestramiento académico avanzado.

2) El personal adiestrado es escaso; a la vez existe una presión casi constante para lanzar programas nacionales de acción. Por estas razones, los funcionarios directivos nacionales tienden a asignar al personal recién adiestrado para trabajar directamente en programas ya existentes o bien, en nuevos programas de acción en vez de estimularlo a que aproveche sus nuevas aptitudes en el adiestramiento de otros técnicos, actividad que ellos consideran debe ser realizada por las instituciones dedicadas a la educación agrícola superior.

3) Las facultades de agronomía en las universidades nacionales mantienen su filosofía tradicional en materia de

educación y carecen de líderes que comprendan y orienten la actividad universitaria hacia el diseño de programas prácticos de ediestramiento (los cuales asocian mentalmente con la educación vocacional) en los programas de estudio, tanto a nivel universitario como de posgrado. Tampoco existen las disponibilidades económicas en las universidades para incluir este tipo de adiestramiento práctico en los programas de estudio.

4) El número de profesionales orientados hacia la producción, los cuales tendrían la capacidad de adiestrar a otros técnicos, es muy limitado. Por lo tanto, aún no constituyen estos profesionales un núcleo de fuerza, en ningún país, el cual pueda convencer a los dirigentes de las instituciones del sector agrícola y ante las personas que tienen capacidad de dictar políticas oficiales acerca del mérito de los programas de adiestramiento en producción como instrumento valioso en el desarrollo rural y en el progreso socioeconómico de la agricultura de un país. Como consecuencia de los razonamientos anteriores el Programa de Adiestramiento y Comunicación, en el año 1972, adoptó un enfoque más agresivo en su planteamiento filosófico y en su programación de actividades. Se han acordado algunas acciones preparatorias y ciertos cambios en cuanto a la disponibilidad de personal para los próximos cursos de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos. A través de estas actividades se logró que las instituciones nacionales se comprometieran a hacer con anticipación planes definitivos para lograr la multiplicación, dentro del país, del adiestramiento brindado por el CIAT. Además, el CIAT se propone adiestrar simultáneamente un "núcleo básico de profesionales" con el cual se formaría un equipo de adiestramiento que podría ser utilizado provechosamente en un determinado país.

En 1972, los miembros del personal de adiestramiento del CIAT viajaron extensamente por diez países para promo-

ver esta idea e identificaron dos países, Ecuador y República Dominicana, en los cuales las condiciones parecen ser muy apropiadas para lograr una efectiva concentración de esfuerzos en el campo del adiestramiento de técnicos agrícolas. Como resultado de esta identificación ocho dominicanos y siete ecuatorianos han sido seleccionados para participar en el tercer programa de adiestramiento de especialistas en producción de cultivos, conjuntamente con un número limitado de técnicos de otros países, entre ellos México, El Salvador y Colombia, lográndose un total de 25 participantes en un programa que se iniciará en marzo de 1973.

SERVICIOS DE INFORMACION

En 1972, las actividades del Servicio de Información continuaron aumentando a un paso rápido en ritmo con el aumento del personal profesional del CIAT y de las crecientes demandas de los programas de productos agropecuarios en el campo de la información que ellos producen. Uno de los problemas constantes ha sido la dificultad de lograr traducciones satisfactorias de material técnico para publicación en Inglés y en Español así como la falta de editores cuya lengua materna sea el Inglés.

Las publicaciones que se completaron durante el año incluyeron el informe anual del año 1971 (en ambos idiomas), un boletín técnico sobre la sensibilidad del fotoperíodo en el maíz, un boletín de referencia sobre la producción y utilización mundial de la yuca, las memorias del seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina y un directorio de fitopatólogos latinoamericanos.

La contribución dada a las diversas actividades del CIAT incluyó la impresión de materiales para conferencias, simposios y programas de adiestramiento, el diseño de ayudas visuales y elaboración de fotografías para diferentes propósitos.

En cooperación con la Biblioteca, se revisó y aumentó la lista de distribución con materiales que circulan a personas e instituciones en más de 90 países. Con la misma finalidad, se elaboró una lista de más de 500 periódicos, revistas y publicaciones periódicas para el envío ocasional de comunicados de prensa y de información que se considere de interés para los lectores de esos medios de comunicación.

BIBLIOTECA

Hasta 1971, la labor principal de la Biblioteca fue la formación de una colección especializada para servir al personal científico de la institución. Sin embargo, a comienzos de 1972 se hizo necesario un cambio de enfoque pues con el rápido crecimiento de la colección es necesario desarrollar sistemas de información y proporcionar servicios a una mayor cantidad de usuarios de literatura científica en el campo de las ciencias agropecuarias.

De acuerdo con los campos específicos de interés del CIAT, la Biblioteca tiene aproximadamente 6.000 títulos de libros catalogados y 850 títulos de revistas que se reciben periódicamente. Además de las actividades propias de la Biblioteca, en 1972 se iniciaron dos servicios especiales para facilitar la disponibilidad de información a los lectores; uno fue la distribución de fotocopias de índices de revistas específicas seleccionadas y el otro lo constituyó el Centro de Información sobre Yuca.

Índices de publicaciones. Los científicos del CIAT, individualmente, hicieron una selección de aquellas revistas cuyo contenido deseaban revisar periódicamente. Cada mes, los índices de estas revistas son copiados y distribuidos a cada uno de estos científicos. Ellos señalan los artículos de su interés, los cuales son reproducidos y enviados a los interesados por la Biblioteca. De esta manera, cada uno de ellos está formando poco a poco un archivo especializado de copias de artículos para uso del personal científico y de los becarios. Un subproducto útil de este programa es la

recopilación de bibliografías especializadas que han iniciado algunos departamentos para su distribución posterior entre sus colegas de América Latina.

En Mayo se recibió una solicitud para extender este servicio al personal técnico del centro de investigaciones del ICA en Palmira y un mes más tarde, el ICA-LIMV, con instalaciones en Bogotá y en Montería (Turipaná) también pidió que se le incluyera en este programa. En la actualidad, más de 140 técnicos reciben este servicio personalizado y durante el año se han copiado y distribuido aproximadamente 5.000 índices. Para atender las solicitudes recibidas se copiaron más de 2.500 artículos.

Centro de Documentación sobre Yuca. Este centro es un proyecto experimental diseñado para identificar y recolectar la literatura disponible sobre investigaciones hechas en diferentes aspectos del cultivo de yuca, la cual, luego es difundida de manera selectiva, según los intereses individuales. El Centro comenzó a funcionar en Marzo; en Diciembre, ya se había identificado y comprado un total de 2.939, de los 3.500-4.000 documentos sobre yuca que existen en el mundo. De este número, 1.260 documentos habían llegado al CIAT.

Los intercambios de ideas que se han tenido con el International Development Research Centre, con sede en Canadá, culminaron en un acuerdo por medio del cual se continuarán o bien se iniciarán, en 1973, diversas actividades re-

lacionadas con este proyecto de información.

El Centro utiliza un sistema mecanizado de tarjetas perforadas para efectos de recuperación. Los documentos se numeran consecutivamente y sobre ellos se preparan resúmenes en tarjetas en Español y en Inglés. Se utilizan palabras claves para hacer búsquedas específicas solicitadas y también para la distribución periódica de tarjetas, según los intereses de los lectores.

En el futuro, se incluirán otras áreas de interés del CIAT en este servicio.

Existencias en las Bibliotecas sobre Economía Agrícola. En cooperación con la Fundación Ford se hizo una encuesta acerca de las existencias de información en las bibliotecas de seis programas principales de enseñanza a nivel de postgrado en el campo de la Economía Agrícola, en universidades de América Latina. Este estudio se hizo para suministrar datos que reflejaran la capacidad de estas bibliotecas para atender debidamente un programa de adiestramiento a nivel de postgrado en Economía Agrícola, así como para es-

tudiar la factibilidad de establecer un programa internacional en esta área.

Los datos fueron obtenidos a través de entrevistas con el personal de las bibliotecas y de los programas de Economía Agrícola de cada una de las instituciones incluidas en la encuesta. Además de una lista de preguntas que sirvió como guía para las entrevistas se utilizó una lista "maestra" de referencias preparada por el Dr. Jorge Lopera (economista agrícola del ICA) y evaluada en términos de prioridades por el personal de Economía Agrícola del CIAT. Estas dos herramientas de trabajo suministraron los criterios para hacer la evaluación cualitativa de las colecciones.

Los resultados de este estudio se dieron a conocer en el Seminario de Asesores de Programas Agrícolas de la Fundación Ford, el cual tuvo lugar en la ciudad de México, del 6 al 10 de noviembre de 1972. Las conclusiones sobre políticas de trabajo y sobre programas de acción que se sugirieron en este trabajo, están actualmente bajo estudio con el propósito de determinar la posibilidad de llevarlas a la práctica en el año 1973.

AGRADECIMIENTOS. Las actividades relacionadas con investigación y adiestramiento descritas en el presente informe (correspondiente al año calendario 1972) fueron financiadas con donativos otorgados por diversas organizaciones, entre las cuales están las siguientes: the United States Agency for International Development, la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, the Canadian International Development Agency, la Fundación W. K. Kellogg y el Gobierno de Holanda. Además, otras dos entidades suministraron fondos para financiar proyectos especiales: the International Development Research Centre (con sede en Canadá) y the International Development Bank. La información y las conclusiones contenidas en este informe no siempre reflejan los criterios fundamentales que sustentan las mencionadas instituciones, fundaciones o gobiernos cuyo valioso apoyo hizo posible —en gran parte— la labor realizada por el CIAT en el año 1972.

Administración y Finanzas

PRICE WATERHOUSE & CO.

APARTADO AEREO 183
CALI-COLOMBIA

Abril 2, 1973

Señores Miembros de la Junta Directiva de
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Hemos examinado el balance general de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1972 y el correspondiente estado de operaciones por el año. Nuestro examen fue hecho de acuerdo con normas de revisión generalmente aceptadas y por consiguiente incluyó las pruebas de los registros de contabilidad y demás procedimientos de auditoría que consideramos necesarios en las circunstancias.

En nuestro informe de Abril 11, 1972 sobre los estados financieros por el año terminado en Diciembre 31, 1971 expresamos la opinión de que la inclusión en gastos de operación de compromisos para desembolsos futuros de \$155,783 no está de acuerdo con principios de contabilidad generalmente aceptados.

En nuestra opinión, los estados financieros que se acompañan, examinados por nosotros, presentan fidedignamente la situación financiera de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1972 y el resultado de sus operaciones durante el año, de conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados y aplicados sobre una base acorde con la del año anterior.

Nuestro examen también cubrió los estados de donaciones individuales e ingresos devengados por el año terminado en Diciembre 31, 1972, 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)

ESTADO DE OPERACIONES

(Expresado en miles de dólares estadounidenses - Nota 1)

	<u>Año terminado en Diciembre 31</u>		
	<u>1972</u>	<u>1971</u>	<u>1970</u>
ORIGEN DE FONDOS:—			
Donaciones de operación:			
Sin restricción	2.286	2.144	924
Restringidos	433	352	165
Total operación básica	<u>2.719</u>	<u>2.496</u>	<u>1.089</u>
Proyectos especiales - donaciones	98	191	145
Ingresos devengados	98	8	34
Total fondos de operación	<u>2.915</u>	<u>2.695</u>	<u>1.268</u>
UTILIZACION DE FONDOS:—			
Por programas básicos			
Investigación:			
Ganado de carne	417		
Porcinos	177		
Yuca	309		
Frijol	114	(1)	(1)
Arroz	240		
Maíz	150		
Sistemas de producción agrícola	110		
Total investigación	<u>1.517</u>	<u>1.338</u>	<u>754</u>
Adiestramiento y comunicaciones	371	300	143
Biblioteca, documentación y servicios de información	77	88	62
Operación de estaciones	343	115	
Biometría	4	2	
Administración	314	230	238
Gastos generales	265	285	237
Total gastos básicos	<u>2.891</u>	<u>2.358</u>	<u>1.434</u>
Proyectos especiales	166	128	145
Total gastos de operación	<u>3.057</u>	<u>2.486</u>	<u>1.579</u>
Fondos sin desembolsar (déficit):			
Resultado neto de operaciones del año	(142)	209	(311)
Saldo al principio del año	140	(69)	242
Saldo al fin del año	<u>(2)</u>	<u>140</u>	<u>(69)</u>

(1) No se dispone de cifras comparativas para los años 1971 y 1970.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS
DICIEMBRE 31, 1972

NOTA 1:

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 convertir a dólares estadounidenses (\$) las transacciones en pesos colombianos (P):

	P/\$1	
Saldos en pesos incluidos en activos corrientes y pasivos corrientes.	22.79	Tasa aproximada de cambio a fin de año
Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos.	22.09	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

NOTA 2:

CIAT opera bajo un acuerdo firmado por el gobierno de Colombia, en el cual las condiciones más importantes son las siguientes:

1. La duración del acuerdo es de 10 años a partir de Octubre 1967, pero puede ser prorrogada si así lo deciden las partes contratantes.
2. CIAT es una entidad de naturaleza permanente y, por lo tanto, la terminación del acuerdo no implicaría la cesación de su existencia.
3. En caso de que CIAT deje de existir, todos sus activos netos serán transferidos a una institución colombiana, educacional o de otra naturaleza, que las partes contratantes consideren apropiada.
4. CIAT está exenta de todo impuesto colombiano.
5. CIAT tiene permiso para importar todos los equipos y materiales que requiera para sus programas libres de gravámenes arancelarios o de cualquier otro impuesto al respecto.
6. El gobierno de Colombia proporciona a CIAT un terreno para sus operaciones bajo un contrato de arrendamiento a 10 años, con un alquiler nominal, prorrogable de común acuerdo.

NOTA 3:

Las cuentas por recibir de donantes a Diciembre 31, 1972 fueron como sigue:

	\$000
Agency for International Development - saldo de donación de 1972 que fue recibido en 1973	362
The Rockefeller Foundation: Asignaciones para compras y gastos que terminan en Diciembre 31, 1973	76
Saldo de donación de 1971	24
	100
Banco Interamericano de Desarrollo - Saldo de gastos de beca- rios de 1972	37
	499

NOTA 4:

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 5:

La cuenta denominada fondo rotatorio se utiliza para registrar las operaciones de ganadería de CIAT. El movimiento del fondo durante el año terminado en Diciembre 31, 1972 fue como sigue:

	\$000
Inventario de ganado - Diciembre 31 1971	51
Compras durante el año	56
Ventas durante el año	43
	<hr/>
Inventario de ganado - Diciembre 31 1972	64
	<hr/> <hr/>

NOTA 6:

El movimiento en la cuenta de capital durante el año terminado en Diciembre 31, 1972 fue el siguiente:

	\$000
Saldo al principio del año	3,141
Donaciones de capital	1,557
Utilidad en la venta de activos fijos	31
Utilidad en la venta de ganado	11
Intereses ganados sobre donaciones de capital	15
	<hr/>
Saldo al fin del año	4,755
	<hr/> <hr/>

El saldo sin desembolsar a Diciembre 31, 1972 de las donaciones de capital mostradas arriba fue \$ 131,000.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

INFORMACION SUPLEMENTARIA

ESTADO DE DONACIONES INDIVIDUALES

POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1972

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	<u>\$000</u>
Sin restricción, operación básica:	
Agency for International Development, Washington, D.C.	721
The Ford Foundation, New York	720
The Rockefeller Foundation, New York	720
The Government of the Netherlands, The Hague	125
	<u>2.286</u>
Restringidos, operación básica:	
International Development Research Centre, Ottawa	278
The W.K. Kellogg Foundation, Battle Creek	155
	<u>433</u>
Total operación básica	<u>2.719</u>
Proyectos especiales:	
Banco Interamericano de Desarrollo Washington, D.C.	50
The W.K. Kellogg Foundation, Battle Creek	30
International Development Research Centre, Ottawa	10
Misceláneos	8
Total proyectos especiales	<u>98</u>
Donaciones de capital:	
The Rockefeller Foundation, New York	807
The Kresge Foundation, New York	750
Total donaciones de capital	<u>1.557</u>

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
INFORMACION SUPLEMENTARIA
ESTADO DE INGRESOS DEVENGADOS
POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31 1972

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	\$000
Origen de ingresos:	
Interés sobre depósitos exigibles	26
Venta de productos agrícolas	67
Uso de las instalaciones de CIAT	5
	<u>98</u>
Utilización de ingresos:	
Operación básica	82
Proyectos especiales	16
	<u>98</u>

Esta publicación
fue producida por la
Oficina de Servicios de Información;
Adiestramiento y Comunicación
CIAT

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

Fotografías*
Neil Mac Lellan
Portada y diseño de gráficas**
Libardo Didier González C.
Edición y Coordinación
Mario Gutiérrez J.
Producción
Alvaro Rojas J.

* Fotografías adicionales
O. Moll González (página 5)
H. H. Stonsker (Páginas 13 y 41)
J. Carlos Lozano (foto superior, página 71)
J. M. Spain (página 133)
** Gráficas hechas con la cooperación de
José Nomy González C.