

0005-71

Esp.

267

Informe Anual 1971



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

Contenido

	Págs.
Junta Directiva	4
Personal Técnico del CIAT	5
Prefacio	7
Sistemas de Producción de Ganado de Carne	15
Sistemas de Producción de Yuca	31
Sistemas de Producción de Ganado Porcino	41
Sistemas de Producción de Arroz	53
Sistemas de Producción de Maíz	85
Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles	95
Ingeniería Agrícola y Operación de la Estación Experimental	99
Economía Agrícola	103
Sistemas de Producción Agrícola	107
Suelos	117
Adiestramiento y Comunicación	123
Biblioteca	132
Administración y Finanzas	135

Junta Directiva

(al 31 de diciembre de 1971)

Francisco de Sola

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

Moisés Behar Alcahe

Director
INCAP
Apartado Postal 1188
Guatemala, Guatemala.

Santiago Fonseca

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

U. J. Grant

Director General
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia.

Lowell S. Hardin

Oficial de Programas
Fundación Ford
320 East 43rd Street
New York, N. Y. 10017, E.U.A.

Hernán Jaramillo Ocampo

Ministro de Agricultura de Colombia
Carrera 10 N° 20-30
Bogotá, D. E., Colombia.

Luis Marcano

Presidente
Fundación Shell
Apartado 809
Caracas, Venezuela.

Jorge Ortiz Méndez

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

Lewis M. Roberts

Director Asociado para
Programas Agrícolas
Fundación Rockefeller
111 West 50th Street
New York, N. Y. 10020, E.U.A.

Julián Rodríguez Adame

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

Armando Samper Gnecco

Consultor
Banco de la República
Calle 122 N° 20-60
Bogotá, D. E., Colombia.

Edgardo Seoane

Presidente
Banco de Fomento Agropecuario
de 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.

Rodrigo Uribe Echavarría

Presidente
Coltejer & Cía.
Medellín, Colombia.

Personal Técnico del CIAT

(al 31 de diciembre de 1971)

U. J. Grant, Ph.D.	Director General
N. S. Raum, Ph.D.	Director, Ciencias Pecuarias Coordinador de Sistemas de Producción de Ganado
Eduardo Alvarez-Luna, Ph.D.	Director, Ciencias Agrícolas Coordinador de Sistemas de Producción de Frijol
Francis C. Byrnes, Ph.D.	Científico en Comunicación Líder de Adiestramiento y Comunicación Secretario-Tesorero, CIAT
Per Pinstруп-Andersen Ph.D.	Economista Agrícola Asociado
Thomas A. Bloch, M.A.*	Científico Asistente Bibliotecario
Don Bushman, Ph.D.	Nutricionista Asociado (Rumiantes)
Robert Cheaney, M.S.	Agrónomo Asociado
James Cock, Ph.D.	Fisiólogo Asistente
Jerry Doll, Ph.D.	Científico Asistente; Especialista en Control de Malezas
Fernando Fernández, Ph.D.	Edafólogo Asociado Coordinador de Adiestramiento en Ciencias Agrícolas
Charles A. Francis, Ph.D.	Fitomejorador Asociado Coordinador de Sistemas de Producción de Maíz
Guillermo Gálvez, Ph.D.	Fitopatólogo Asociado
Luis M. González, M.A.B.	Administrador Ejecutivo
Peter H. Graham, Ph.D.	Microbiólogo de Suelos Asociado
Bela Grof, Ph.D.	Agrostólogo
Mario Gutiérrez, Ing. Agr.	Científico Asistente; Editor
Peter R. Jennings, Ph.D.	Fitomejorador Líder Mejoramiento de Cultivos
Loyd Johnson, M. S.	Ingeniero Agrícola Líder de Ingeniería Agrícola y Operación de la Estación.
A. H. Jonkers, M.D.	Virólogo
Neil Mac Lellan**	Fotógrafo
J. H. Maner, Ph.D.	Zootecnista Líder de Producción Porcina Coordinador de Sistemas de Producción de Porcinos
Fernando Monge, Ph.D.	Científico Asociado, Comunicación
C. P. Moore, Ph.D.	Científico Asociado Coordinador de Adiestramiento Ciencias Pecuarias

* Se retiró del CIAT durante el año.

** Asignado al CIAT por la Fundación Rockefeller.

C. H. Mullenax, M.S., D.V.M.*

Científico Asociado
Coordinador de Adiestramiento en
Producción Pecuaria

Osvaldo Paladines, Ph.D.

Zootecnista

E. D. Roberts, Ph.D.*

Patólogo
Líder de Sanidad Animal

James M. Spain, Ph.D.

Edafólogo
Líder de Agronomía

Roy L. Thompson, Ph.D.

Agrónomo Asociado

Gerald I. Trant, Ph.D.*

Economista Agrícola
Líder de Economía Agrícola

Amador Villacorta, Ph.D.

Entomólogo Asistente

James L. Wilkus, M.P.V.M., D.V.M.*

Coordinador Asistente, Adiestramiento
en Producción Pecuaria

Nombramientos Especiales y Personal Asociado

Kenneth Buhr, M.S.

Científico Visitante, Leguminosas

Robert Etheredge

Arquitecto Consultor

Reinhardt Howeler, Ph.D.

Científico Visitante, Suelos

Julio Toro, M.S.

En comisión para estudio

Gerrit Zimmelin, Ing.

Científico Visitante, Nutrición Animal.

Grupo de la Universidad de Texas A. & M.

Gary Adams, D.V.M., Ph.D.

Patólogo

Radmilo Todorovic, D.V.M., Ph.D.

Hemoparasitólogo.

* Se retiró del CIAT durante el año.

Prefacio

Este ha sido un año de transición para el Centro Internacional de Agricultura Tropical: ha habido conversión de proyectos de trabajo a programas de investigación; de anteproyectos arquitectónicos a la construcción finalizada de algunas de las estructuras principales de los nuevos edificios de la sede y de discusiones preliminares acerca de los conceptos sobre sistemas de producción a trabajos de campo con el fin de identificar, describir y llegar a un entendimiento acerca de los componentes de varios sistemas.

Estas transiciones han servido para definir con mayor claridad nuestros objetivos y para consolidar los esfuerzos hacia la consecución de la misión básica del CIAT o sea, acelerar el desarrollo agrícola y económico, y aumentar la producción agrícola y la productividad de los trópicos hasta lograr el mejoramiento de la nutrición y el bienestar de la población del mundo.

Varias circunstancias contribuyeron a que los directores y el personal técnico pudieran evaluar los programas actuales y a planificar las actividades futuras. Así por ejemplo, el Seminario sobre Estrategias del CIAT, en el cual participó el personal técnico y que se llevó a cabo en el mes de marzo; dos reuniones del Comité Ejecutivo de la Junta Directiva y dos reuniones de la Junta.

Entre sus decisiones, la Junta Directiva tomó la de nombrar una comisión encargada de hacer una revisión de programas, la cual habrá de reunirse en 1972 con el personal técnico del CIAT a fin de analizar el progreso logrado en los programas dedicados a los seis productos agropecuarios básicos con que trabaja el CIAT. Además, estableció la posición de Director General Asistente. Al hacer esto, la Junta recomendó que la persona escogida para este puesto se encargue primordialmente de atender los aspectos internacionales de los programas del CIAT y asumir la responsabilidad directa del desarrollo de todos los sistemas de producción agrícola.



El enfoque del CIAT incluye varios productos agropecuarios, lo cual hace necesario estudiar los diversos sistemas de producción agrícola y los hábitos alimentarios existentes en los países de las áreas tropicales. Por tal razón, se hizo necesario el establecimiento de criterios para guiar la labor de los directores y del personal técnico en cuanto a la selección de programas específicos y de estrategias para lograr objetivos definidos en los programas de trabajo. Los criterios más determinantes que surgieron en el Seminario sobre Estrategias celebrado este año y de las discusiones posteriores fueron los siguientes: el aumento del ingreso real obtenido con la actividad agropecuaria; longitud del período en el cual un determinado programa produzca resultados tangibles; el número de personas favorecidas a través de las actividades del CIAT; los efectos logrados en la distribución de los ingresos; el beneficio obtenido a través de las relaciones establecidas con otras agencias del sector agropecuario; la demanda de recursos del CIAT que fue necesario utilizar en el proyecto; la significación que tuvo el proyecto en la alimentación de los pueblos; el efecto logrado en el mercado y la proyección del CIAT dentro del ámbito internacional en lo referente a la actividad agropecuaria. Este último criterio sugiere que el CIAT debe seleccionar aquellos problemas que son importantes en las áreas bajas tropicales pero que probablemente, no serán estudiados a fondo por otras entidades.

Principales logros obtenidos

A continuación, se enumeran algunos campos de acción en los cuales obtuvo el CIAT logros más significativos en sus actividades en el año 1971.

Ganado de carne. En colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Carimagua, se establecieron nueve hatos experimentales para estudiar la producción de carne utilizando diferentes intensidades de cruzamiento con ganado Cebú obtenido en el área, con el fin de comparar el efecto logrado con tales niveles sobre los sistemas de producción de ganado de carne en condiciones tropicales.

La evidencia obtenida hasta el momento indica que los niveles de producción de ganado de carne y la rentabilidad de la producción pecuaria se podrían aumentar sustancialmente si se aplica un manejo apropiado de las praderas, se establecen sistemas adecuados de alimentación, de cruzamientos y de prácticas sanitarias en el hato, así como la utilización, en un nivel moderado, de praderas sembradas con especies mejoradas. Esta evidencia ha resultado de observaciones preliminares obtenidas de un estudio que tendrá de cinco a seis años de duración, el cual incluye 324 novillas y dispondrá de la extensión suficiente de praderas.

Uno de los principales factores limitantes para aumentar la producción pecuaria en las áreas interiores y en los llanos costaneros de Sur América es el bajo valor nutritivo de las praderas naturales. Una amplia gama de material genético de varias especies importantes de leguminosas está en observación en el CIAT. Algunas especies de leguminosas de los géneros *Stylosanthes*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Glycine* y *Pueraria* parecen ofrecer muchas posibilidades. La forma más económica de producir más carne por área y a bajo costo es incorporar una leguminosa a la pradera natural con el propósito de suministrar el nitrógeno necesario dentro del complejo suelo-planta-animal. Se han identificado varios tipos de *Stylosanthes*, cuyo ren-

dimiento es apreciable; entre ellos, se destacan dos selecciones provisionales originarias de Colombia. Se está aumentando la disponibilidad de semilla de estas líneas. Los tipos perennes de *Stylosanthes* tienen interés especial dentro del programa de prueba de plantas leguminosas. El *Stylosanthes* se adapta a suelos ácidos, de baja fertilidad y además, tiene la capacidad de extraer fósforo de aquellos suelos que son escasos en dicho elemento.

La continuación del estudio de sanidad animal en relación con los hemoparásitos demuestra que la inmunización previa (terapia a base de drogas o bien por inoculación de sangre contaminada) es, por el momento, el método que presenta en Colombia mejores perspectivas para la prevención de la anaplasmosis clínica y de la babesiosis. Con base en este hecho, el sistema de inmunización previa se está empleando en los ensayos de campo en Turipaná. Su aplicación, bajo condiciones de control, ha eliminado la mortalidad en el ganado que se envía a áreas con infección endémica y se ha comprobado que las técnicas que se han desarrollado para la inmunización previa son seguras.

Ganado porcino. En la búsqueda de fuentes de proteína producida en la granja con el propósito de balancear las dietas apropiadas para cerdos, los especialistas en nutrición de porcinos concentraron sus esfuerzos en la obtención de medios prácticos y económicos para procesar el caupí con el fin de reducir los factores inhibidores de la digestión que contiene el caupí. El remojar el caupí, tuvo poco valor; los resultados obtenidos con los caupís germinados fueron inconsistentes pero los caupís cocidos proporcionaron una proteína que dio buen resultado en los cerdos aun cuando constituyese la única fuente de proteína. Las tasas de crecimiento y conversión de alimentos de los cerdos, cuyas dietas se basaban en el uso de caupí cocido, fueron similares a las de los cerdos con dietas testigo las cuales fueron hechas a base de torta de soya o de maíz.

Arroz. La adopción de nuevas variedades de arroz de alto rendimiento alcanzó un nivel apreciable en 1971. En la mayoría de las áreas en donde se habían sembrado variedades de alto rendimiento se utilizó la variedad IR8 pero la aparición en los primeros meses de 1971 de las variedades CICA 4 e IR22 es una indicación de que estas variedades remplazarán rápidamente a la IR8 y además, podrán ser sembradas en circunstancias en las cuales la IR8 no se ha podido sembrar.

La CICA 4 ha sido aceptada, multiplicada y distribuida en Ecuador como INIAP 6 y en República Dominicana como Avance 72. Una línea hermana se distribuye ampliamente en Perú bajo el nombre de Nylamp.

El CIAT invitó cerca de 200 representantes de 23 países para que se reunieran en Cali en el mes de octubre, con el fin de considerar diversos aspectos relacionados con las políticas arroceras de América Latina, como resultado del interés creciente despertado por las nuevas variedades de arroz y las posibles consecuencias que podrían derivarse de los rápidos aumentos en producción al sembrar estas nuevas variedades.

El objetivo principal de este seminario fue el de proporcionar oportunidades a los funcionarios dirigentes de los países productores de arroz en América Latina para que amplíen sus horizontes y puedan tomar decisiones más efectivas en cuanto a las políticas que se deban establecer. Específica-

mente, se procuró encontrar los medios y las formas por los cuales se puede lograr un aumento en la productividad del arroz en gran escala y en forma tal que dicho aumento y productividad puedan beneficiar, en términos concretos de mejoramiento del ingreso real y de la nutrición, a un mayor número de personas en cada país.

Maíz. Una de las metas a alcanzar es producir híbridos de maíz comercial y variedades con mayor adaptación para la amplia gama de microclimas que existe en el trópico. La sensibilidad al fotoperíodo limita el intercambio de germoplasma en el sentido norte a sur; sin embargo, estudios de campo efectuados en 1971 revelaron que un sistema simple hereditario gobierna el factor sensibilidad, probablemente con participación de dos genes. Este patrón genético es estudiado actualmente.

Se continúa en la búsqueda de un maíz de alta calidad que tenga un endosperma cristalino. Los resultados biológicos y de laboratorio que se han obtenido son promisorios; los estudios preliminares sobre equilibrio proteico en niños confirmaron las observaciones obtenidas en experimentos con ratas y en investigaciones de laboratorio. La calidad de las selecciones amarillo-cristalinas es esencialmente igual a la del fenotipo harinoso del maíz opaco-2. La selección del endosperma cristalino en un híbrido blanco, el H255, ocasionó una reducción de los niveles de lisina y de triptófano y redujo su valor biológico al ser suministrado a un grupo de ratas experimentales. El éxito obtenido con estas selecciones, a pesar de los problemas surgidos con el híbrido blanco, indican que en fecha próxima puede estar a disposición del público una versión comercial del maíz opaco-2 con un tipo de grano más aceptable.

Yuca. El programa de investigación sobre yuca sufrió un serio menoscabo al aparecer, en los lotes de recolección y aumento, una infección bacteriana identificada tentativamente como *Pseudomonas* sp. Esta marchitez bacteriana es común en otras áreas de Colombia pero no se había presentado recientemente en el Valle del Cauca. Para prevenir la posible propagación de esta enfermedad a los cultivos comerciales y a otras colecciones de material de yuca, se hizo un vigoroso esfuerzo para eliminar la enfermedad en la granja.

Además, se diseñó y se construyó una picadora de yuca de bajo costo. Los economistas hicieron encuestas sobre los métodos de producción de yuca en Colombia; con las técnicas que se emplean actualmente, el costo de producción parece ser el mismo en tierras planas y en laderas.

El banco de germoplasma tiene casi 2.800 cultivares; este material se está catalogando y está siendo objeto de cuidadosa observación.

Unas pocas variedades han producido rendimientos mayores que los obtenidos con la variedad llanera, la cual fue colectada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en los Llanos Orientales de Colombia. La Llanera es una de las variedades que contiene mayor proteína cruda con un porcentaje cercano al 6 por ciento. Aunque se encontró que otros cultivares tenían niveles de nitrógeno intermedios o casi iguales, la Llanera presentó características agronómicas satisfactorias bajo las condiciones en que fue ensayada.

El establecimiento de un Centro de Documentación sobre Yuca, el cual forma parte de la Biblioteca del CIAT, es otra fase del ambicioso programa

sobre yuca. Con la asistencia del Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación, con sede en Canadá, la unidad de documentación tratará de recoger toda la literatura mundial disponible sobre este cultivo y publicará oportunamente una bibliografía con anotaciones útiles para el lector.

Leguminosas comestibles. Los trabajos de exploración que se efectuaban en este campo se extendieron para incluir estudios limitados sobre germoplasma de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y soya (*Glycine max*). Se han seleccionado algunas variedades de caupí (*Vigna sinensis*) y de frijol mungo (*Phaseolus aureus*) para su posible uso en el trópico. Un estudio hecho con soya demostró que es posible aumentar el rendimiento retrasando genéticamente la fecha de florescencia, permitiendo que la planta se desarrolle con mayor intensidad antes de la época de reproducción y retrasando la fecha de madurez. Al establecer estos dos objetivos, el CIAT espera lograr una planta más alta, la formación de vainas a mayor altura del suelo y un aumento en el rendimiento de semilla.

Sistemas de producción agrícola. La información adquirida en las encuestas de campo, en las experiencias obtenidas por los becarios de producción pecuaria en las haciendas ganaderas de la costa norte y en pequeñas granjas del Valle del Cauca, y en observaciones hechas en muchas operaciones agropecuarias en los trópicos han facilitado la identificación de factores comunes y posibles metas conjuntas, a fin de encauzar los esfuerzos cooperativos del CIAT con las agencias nacionales acerca de los sistemas de producción agrícola en las regiones bajas tropicales.

Sin tomar en cuenta la amplitud o la naturaleza de la operación, pareciera que las metas que se podrían lograr en cuanto a sistemas de producción agrícola para los habitantes de un área determinada, podrían ser las siguientes: 1) oportunidades existentes para seguir una carrera en agricultura; 2) suministro de una nutrición adecuada durante todo el año; 3) posibilidad de obtener, semanal o mensualmente, ingresos en efectivo para cubrir aquellas necesidades alimenticias que no se puedan obtener mediante el cultivo; 4) mejor vivienda, condiciones higiénicas de vida y, 5) facilidades para recibir educación a un nivel satisfactorio y condiciones de vida con disfrute de buena salud.

Suelos. Debido a que la disponibilidad de inoculantes de buena calidad y confiabilidad es un problema serio en casi toda América Tropical, los microbiólogos han tratado de obtener cultivos de rhizobium para los cultivos forrajeros y plantas leguminosas comestibles que sean importantes en la región. Se han obtenido alrededor de cien cultivos diferentes los cuales representan aquellos que son más eficaces en Australia, Estados Unidos, Rhodesia y Brasil. Este valioso material, conservado por congelamiento en seco, se ha puesto a disposición de los posibles interesados.

En la Estación Experimental de Carimagua se están haciendo trabajos con el propósito de identificar líneas de variedades resistentes a suelos ácidos para utilizarlas en programas de mejoramiento y para lanzarlas inmediatamente al uso en las granjas, siempre y cuando dicha tolerancia se combine con características agronómicas aceptables.

Trabajos efectuados en la granja del CIAT sobre deficiencias de micronutrientes indican que el zinc, el boro y el hierro son los factores más limi-

tantes en los cultivos de maíz, sorgo y leguminosas de grano. La deficiencia de zinc es más grave en el arroz; los agrónomos del CIAT han obtenido resultados espectaculares con aplicaciones mínimas de zinc en varias formas.

Economía agrícola. Se está estudiando el impacto que puedan causar las rápidas expansiones en la producción de ciertos productos agrícolas seleccionados sobre factores tales como precios, ingresos, distribución de ingresos, inversiones, empleo y comercio exterior. Algunos informes preliminares indican que se pueden esperar aumentos rápidos en la demanda de carne. La demanda de arroz aumentará a un ritmo menor mientras que las de maíz y yuca aumentarán moderadamente. Las familias de mayores ingresos tienden a consumir menos maíz y menos yuca al aumentar sus ingresos, mientras que las familias de bajos ingresos consumen estos productos en mayor cantidad pero a una tasa moderada. Al producirse un incremento de ingresos, las familias de bajos ingresos aumentan su consumo de carne.

Actividades internacionales. En las diferentes secciones de este informe los miembros del personal técnico del CIAT han hecho mención de sus esfuerzos para familiarizarse con los problemas agrícolas de diversos países y cómo podrían ayudar a resolverlos. Específicamente, el personal ha intercambiado germoplasma, información y otros materiales. Los técnicos están colaborando o prestando asesoría a varios países sobre proyectos de ganado de carne, porcinos, arroz y maíz, además del trabajo cooperativo que se está realizando en varias áreas sobre fitopatología, entomología y control de malezas. Además, se ha comprobado un constante flujo de visitantes de los diversos países a la sede del CIAT y así como del personal del CIAT a dichos países.

Además, durante el año, 81 personas de 15 países diferentes participaron en los programas de adiestramiento del CIAT. Esto incluyó a 32 becarios en investigación que eran internos posgraduados y 25 especialistas en producción. Casi 200 personas directamente conectadas con la toma de decisiones en materia de planeación agrícola correspondientes a 23 países, estuvieron presentes en el Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina; 16 científicos procedentes de distintas áreas del mundo dictaron un simposio a unos 100 participantes representantes de la mayoría de las áreas arroceras de América Latina. La Reunión de especialistas en maíz de la Zona Andina atrajo alrededor de 50 personas procedentes de 12 países.

Desarrollo administrativo

La base financiera de operaciones del CIAT se expandió en 1971 con la contribución de los gobiernos de Canadá, Holanda y los Estados Unidos de Norteamérica. A través de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), el Gobierno de los Estados Unidos se convirtió en socio pleno al lado de las Fundaciones Rockefeller y Ford para apoyar el presupuesto básico del CIAT. Cada uno de los tres donantes contribuye con un máximo de U.S. \$ 750.000 anuales.

A través de la Agencia Internacional para el Desarrollo de Canadá y del Centro Internacional para Desarrollo e Investigación, el Gobierno de Canadá ha hecho una reserva de fondos de aproximadamente U.S. \$ 4.000.000 con el propósito de ayudar a financiar los programas del CIAT en lo refe-

rente a investigación y adiestramiento sobre porcinos y yuca. La mayor parte de las erogaciones hechas contra estos fondos será efectuada directamente por el CIAT, otras a nombre de proyectos del CIAT a través de instituciones canadienses y unas pocas en conexión con actividades de apoyo en otros países. El gobierno de Holanda contribuyó al presupuesto básico con la suma de U.S. \$ 125.000.

La financiación de proyectos especiales durante el año incluyó apoyo recibido del Banco Interamericano de Desarrollo para el Seminario sobre Políticas Arroceras y los programas de adiestramiento en producción; fondos de la Fundación W. K. Kellogg para la financiación de conferencias y simposios y de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos, con sede en Washington, y de misiones de la misma entidad en Honduras y Panamá para apoyo económico a algunos becarios de esos países.

Durante el año, hubo cambios en el personal técnico del CIAT los cuales incluyeron cinco retiros y diez ingresos. Partieron el Dr. Charles Mullenax, quien actualmente presta sus servicios al Banco Mundial en Bogotá; el Dr. E. D. Roberts, quien ingresó al personal de la Facultad de Medicina Veterinaria en la Universidad Estatal de Louisiana; el Dr. James Wilkus, quien ingresó al Programa Internacional de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Minnesota; y el Dr. Gerald I. Trant, quien fue nombrado Director General de la División de Economía, en el Ministerio de Agricultura en Canadá. El Sr. Thomas Bloch llegó al término de su nombramiento como Bibliotecario Interino del CIAT y actualmente reside en Nicaragua como Bibliotecario del Instituto Centroamericano de Administración de Empresas.

El personal que ha ingresado al CIAT es el siguiente: el Dr. Donald Bushman, experto en nutrición de rumiantes; el Sr. Kenneth Buhr, investigador visitante, experto en leguminosas comestibles; el Dr. James Cock, fitofisiólogo; el Dr. Jerry Doll, especialista en control de malezas; el Dr. Peter Graham, especialista en la ciencia del suelo sobre microbiología; el Dr. Bela Grof, experto en forrajes tropicales; el Dr. C. Patrick Moore, coordinador de adiestramiento en producción pecuaria; el Dr. Amador Villacorta, entomólogo, y el Sr. Gerrit Zimmelink, experto en nutrición animal asignado al CIAT por la Universidad de Wageningen, Holanda. Además, la Fundación Rockefeller asignó al Sr. Neil Mac Lellan, experto fotógrafo agrícola, para que permanezca en el CIAT por un período indefinido con el fin de cooperar en el desarrollo de nuestros servicios fotográficos.

A pesar de que la época lluviosa que hubo en este año fue muy intensa, de la escasez de materiales de construcción y de recursos humanos y de los problemas de suelo que se presentaron, se llevó adelante el programa de edificaciones de la sede del CIAT. Al finalizar el año, la unidad de Operación de la Estación, en la sede del CIAT, fue ocupada y aproximadamente un 50 por ciento del espacio de dicha unidad se utiliza temporalmente como oficinas y laboratorios para los programas de trabajo relacionados con los productos agropecuarios en los cuales se interesa el CIAT. Otros edificios estarán terminados en el primer trimestre de 1972, incluyendo las unidades de campo para los programas de ganado porcino y vacuno, varios invernáculos y construcciones para propagación de plantas. El ingeniero agrícola aprovechó este proceso de desarrollo de los terrenos de la sede para adiestrar a varios miembros de su personal en labores de acondicionamiento y operación de facilidades de estaciones experimentales.

Al partir del CIAT el Sr. Bloch, el Dr. Fernando Monge, especialista asociado en Comunicación Agrícola, fue nombrado Bibliotecario. Además de esta responsabilidad básica, continuará participando activamente como especialista en ciencias sociales en varias actividades relacionadas con la investigación y el adiestramiento en el CIAT.

El señor Heran Akmajian, generosamente asignado como consultor por la Fundación Ford, contribuyó significativamente a la revisión y establecimiento de nuevos sistemas contables. Igualmente, el Dr. Henry Tucker, fallecido recientemente, quien fuera profesor de sistemas de ingeniería en la Universidad de Arizona, brindó al personal técnico y a los becarios orientación e información sobre sistemas de ingeniería y biometría durante una visita al CIAT de dos semanas efectuada en el mes de marzo. Su fallecimiento repentino se produjo, a finales del año, en su oficina de la Universidad y causó profunda consternación a sus amigos, estudiantes y colegas profesionales.



Sistemas de

Producción de

Ganado de Carne

El establecimiento de una industria de ganado de carne sobre bases que sean viables puede contribuir significativamente al desarrollo económico integral de los países o regiones situados en la zona tropical del mundo. La explotación racional del ganado de carne puede proveer el mecanismo para utilizar adecuadamente grandes extensiones de praderas, de tierras que no son aptas para el cultivo así como también la utilización inmediata en pastoreo de aquellas tierras que son potencialmente cultivables pero que carecen de la infraestructura necesaria para ser explotadas hasta que tales obras de infraestructura sean desarrolladas y en condiciones de operar. El ganado de carne puede transformar estas praderas y forrajes, así como algunos residuos de cultivos celulósicos y subproductos de la industria que se alimenta de materia prima de origen vegetal, en proteínas animales de alta calidad para el consumo humano. Estos forrajes toscos no tienen valor nutritivo para el hombre, aves de corral o animales no rumiantes, pero pueden producir ingresos apreciables si se suministran a los rumiantes.

También, en muchos países, una explotación de ganado de carne establecida en una escala amplia no sólo proporcionaría proteína animal adicional para el consumo humano sino que proveería

excedentes de carne para la exportación, después de haber satisfecho la demanda local. Estas ganancias, producto de las exportaciones, con frecuencia tienen una importancia enorme para el sostenimiento del desarrollo de un determinado país. Como la demanda de carne interna y la demanda de exportación son altas, sería muy ventajoso para los países en vía de desarrollo explotar adecuadamente su potencial de producción de carne, con el fin de aumentar el volumen de sus exportaciones de este producto.

En la sede del CIAT en Palmira, en la Estación Experimental del ICA en Carimagua, situada en los Llanos Orientales de Colombia y en la Estación Experimental del ICA en Turipán, situada cerca a Montería, en la costa norte, se están llevando a cabo programas de investigación y de adiestramiento en este campo. El CIAT está dando asistencia técnica al Programa de Ganado de Carne del INIAP en Ecuador. Se anticipa que el personal técnico del CIAT cooperará en otras localidades de América Latina cuando los programas actualmente en desarrollo alcancen un mayor grado de evolución.

Entre los proyectos que reciben apoyo financiero de fuentes externas están el de la Universidad de Texas A&M para el estudio de enfermedades hemoparasitarias y un proyecto que permite la per-



BIBLIOTECA

manencia en el CIAT de algunos científicos visitantes de Wageningen. El proyecto de la Universidad de Texas A&M para el estudio de hemoparásitos es financiado en su totalidad por la USAID. Una parte de los fondos se usa para financiar el adiestramiento de estudiantes graduados y la investigación sobre enfermedades hemoparasitarias en la Universidad de Texas A&M y el resto de tales fondos se utiliza en la financiación de tesis de estudiantes graduados y otros programas de investigación en el CIAT. Wageningen supe salarios y algunos emolumentos para sus científicos visitantes.

A continuación se describe la participación de varios grupos de profesionales en relación con las investigaciones específicas y objetivos del programa de adiestramiento en el desarrollo de sistemas de producción de ganado de carne que sean apropiados para las tierras bajas de los trópicos.

Los objetivos específicos del programa de investigación son: 1) la producción de cantidades adecuadas de alimento, 2) el control de las enfermedades y del parasitismo y 3) el desarrollo de sistemas económicos de producción y mercadeo. Uno de los objetivos específicos del adiestramiento es el de la obtención de profesionales que sean verdaderos especialistas en producción y en investigación de ganado de carne.

Suministro de alimentos

En el desarrollo de esquemas de alimentación de ganado de carne colaboran especialistas en distintas disciplinas como lo son la bacteriología de los suelos, el control de malezas, la nutrición animal, el estudio de los suelos y de los pastos y forrajes. Los factores más críticos que afectan el desempeño reproductivo, la tasa de crecimiento y la susceptibilidad a las enfermedades y al parasitismo, son aquellos relacionados con el adecuado suministro de alimentos durante todo el año y con la apropiada alimentación a lo largo del ciclo de vida del bovino. Se da atención primordial a

los sistemas de pastoreo suplementados únicamente con el fin de corregir algunas deficiencias de nutrimentos. Además, se considera el uso de otros alimentos en sistemas más intensivos de producción de ganado de carne.

Agronomía y suelos

El establecimiento de una industria de ganado de carne basado en sistemas de pastoreo, depende directamente de la productividad inherente de los suelos en los cuales estos pastos crecen y de la influencia que el tipo de suelo tiene sobre el rendimiento de los forrajes y su valor nutritivo.

Fertilidad de los suelos. En Carimagua, los investigadores han clasificado algunas leguminosas y gramíneas forrajeras de acuerdo con sus requerimientos de fertilizante y han colaborado en el establecimiento de unas pruebas de pastoreo utilizando el pasto Gordura (*Melinis minutiflora*) empleando tres sistemas de fertilización. Se continuarán los estudios con el fin de determinar la mejor época de aplicación así como los requerimientos de fertilizante (particularmente, fósforo) de aquellas especies de gramíneas y leguminosas forrajeras que tienen mayor adaptación, al igual que los métodos más efectivos de aplicación de los fertilizantes.

Manejo de suelos. El pasto Gordura y el *Calopogonium muconoides* se han establecido con éxito en Carimagua sin hacer una preparación mecánica de los terrenos. Estos estudios se continuarán para probar métodos seleccionados de labranza y control químico de malezas para reducir costos, requerimientos de maquinaria, manejo de residuos y control de malezas.

Microbiología del suelo. Se tiene disponibilidad de una colección de cultivos de *rhizobium* leofilizados, para la mayoría de las especies de leguminosas forrajeras, la cual se ofrece a los colaboradores que la soliciten. La prueba de los cultivos se está efectuando en el invernadero y en el campo.



Lote de aumento de semilla de un ecotipo de pasto guinea procedente de Africa.

Pastos y forrajes - agrostología

Uno de los principales factores limitantes del aumento de la producción pecuaria en el interior del Continente y en los llanos costaneros de la América del Sur es el bajo valor nutritivo de las praderas naturales. El establecimiento de una leguminosa para proporcionar el nitrógeno necesario (proteína) al complejo suelo-planta-animal, se considera como la forma más económica de producir más carne por unidad de área, a menor costo.

Los investigadores que trabajan en el programa de agrostología han identificado las siguientes prioridades:

1) La colección, introducción y selección de especies forrajeras tropicales, con énfasis en leguminosas forrajeras.

- 2) El desarrollo de cultivares superiores de plantas forrajeras y mezclas de leguminosas con gramíneas adaptadas para su utilización en pruebas de pastoreo.
- 3) El estudio del establecimiento de praderas y de técnicas de resiembra o de propagación natural de variedades forrajeras por medios prácticos y económicamente viables, poniendo énfasis en la introducción de plantas leguminosas en las praderas naturales existentes.
- 4) El estudio de las posibles soluciones para superar los factores que limitan la fertilidad de los suelos.
- 5) La producción de semilla y la evaluación regional de las especies forrajeras seleccionadas.
- 6) La evaluación de los forrajes por medio de pruebas de pastoreo con ganado.

Jardín de introducción de plantas leguminosas forrajeras en la sede del CIAT.





Híbridos en generación F_3 entre *Centrosema brasilianum* x *C. virginianum* que muestran gran vigor.

Introducción de especies forrajeras y su evaluación. En la sede del CIAT se observa material vegetativo con una amplia gama de variabilidad genética perteneciente a varias especies de leguminosas que pueden tener importancia en el futuro. Algunas especies de las leguminosas de los géneros ***Stylosanthes*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Glycine* y *Pueraria*** parecen promisorias. Nuevo material procedente de otras regiones tropicales se está incorporando al banco de germoplasma del CIAT.

Stylosanthes*.** La especie perenne ***S. guyanensis es un componente natural de las praderas en la mayoría de los países del trópico americano. Se encuentra en varias formas y biotipos desde el nivel del mar hasta los 1.700 m de altura. El amplio rango de variabilidad observado en esta especie polimorfa justifica su evaluación agronómica detallada. Se está efectuando en el momento una selección de los tipos más productivos adaptados a las condiciones de las praderas. Algunos tipos de alto rendimiento ya han sido identificados. Estos incluyen dos selecciones provisionales provenien-

tes de Colombia, una de Costa Rica y otra de Brasil. Se está aumentando la disponibilidad de semilla de estas líneas seleccionadas.

Experimentos hechos en parcelas piloto en Carimagua indican que muchas leguminosas forrajeras tropicales, como las especies perennes de ***Stylosanthes*, *Pueraria phaseoloides* y *Calopogonium muconoides***, se han adaptado al medio ambiente de los Llanos.



Un cultivar de *Stylosanthes guyanensis* sembrado en un latosol de Carimagua dio una respuesta evidente a la aplicación de fertilizantes. Las plantas testigo fueron sembradas en la maceta que aparece a la izquierda (foto superior) y en el centro (foto inferior)





Un investigador del CIAT y un becario de Costa Rica observan un cultivar de *Stylosanthes* que parece muy prometedor.

Centrosema. El *Centrosema pubescens* es ampliamente reconocido como una leguminosa forrajera tropical, pero otras especies de este género no han recibido atención como plantas forrajeras cultivadas. Las poblaciones F₈ y F₄ derivadas del cruce interespecífico *C. brasilianum* x *C. virginianum* se están evaluando en un semillero en el que las plantas se han sembrado espaciadamente. Se hizo una selección para lograr características agronómicas importantes como son el

rendimiento, el desarrollo estolonífero y la producción tardía de semilla. Por el método de reproducción clonal se están propagando doce líneas seleccionadas con el propósito de incorporarlas a pruebas futuras y a la producción de semilla.

Desmodium. Se tiene bajo observación y con el propósito de aumentar la disponibilidad de semilla, material vegetativo que representa una amplia gama de ecotipos de *D. intortum* y *D. uncinatum*; algunas de estas especies provienen de Ecuador y otras fueron colectadas en Colombia. Las leguminosas *D. distortum* y *D. heterophyllum* parecen promisorias.

Glycine y Teramnus. Algunas introducciones provenientes de Rodesia del Sur y de Australia y el material nativo que se ha colectado, muestran buenas características agronómicas y fácil adaptación a las condiciones del Valle del Cauca.

Nutrición de las plantas. En cuanto a la relación suelo-planta la investigación se ha concentrado en los tipos de suelo latosólicos, podsólicos rojo-amarillos y otros suelos marginales. Estos suelos son, en general, bajos en nutrientes

Una variedad prometedora de *Stylosanthes guyanensis* procedente de los Llanos Orientales de Colombia.



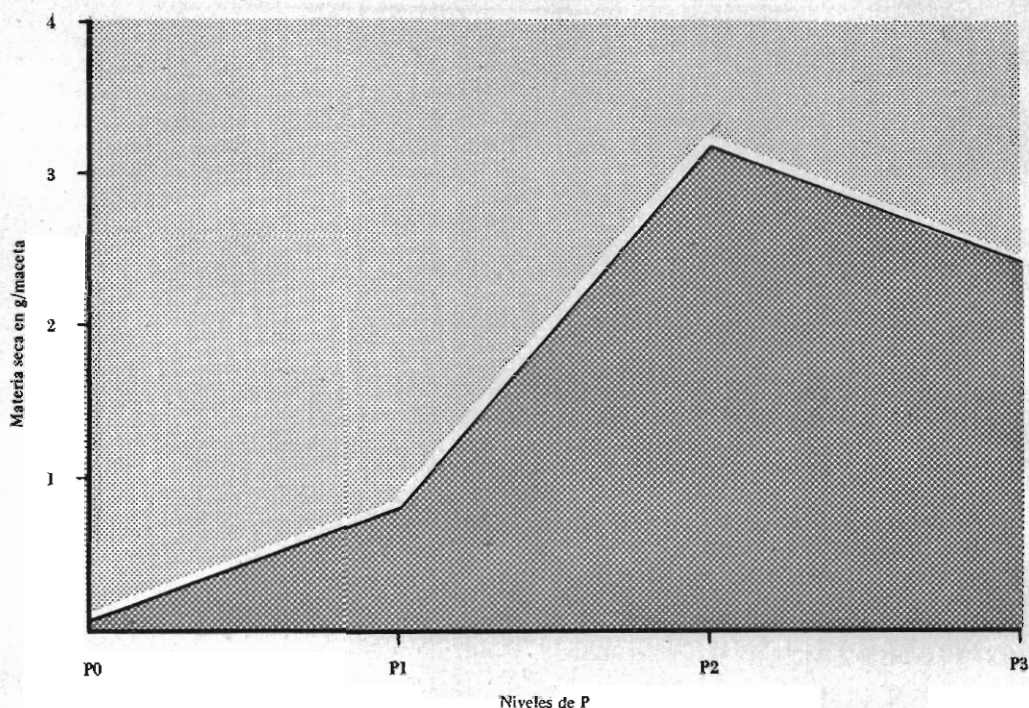


FIGURA 1. Respuesta de *S. guyanensis* a la aplicación de cuatro niveles de fósforo (P0 = testigo; P1 = 13.1; P2 = 26.2 y P3 = 52.4 kg/ha.).

principalmente en fósforo y en nitrógeno; tienen una baja capacidad de intercambio de base y son de reacción ácida.

El *S. guyanensis*, cultivado en macetas con suelo latosólico procedente de la Estación Experimental de Carimagua, mostró una fuerte respuesta a las aplicaciones de fósforo pero no a las aplicaciones de potasio. El rendimiento máximo de materia seca se obtuvo a un nivel de fósforo de 26.2 kg/ha. Una aplicación de fósforo a un nivel mayor —52.4 kg/ha— no produjo ningún incremento en el rendimiento de materia seca.

En otro experimento hecho en macetas se estudió el efecto de cuatro micronutrientes (Mo, Zn, Cu, B), en combinación con fósforo y potasio, para el establecimiento de *Stylosanthes*. En este experimento el fósforo también dio el mayor aumento de materia seca y mostró una interacción fósforo x molibdeno. Sin la presencia de fósforo, los demás elementos resultaron ineficaces.

Producción de semilla. Para alcanzar, al menos, a un nivel moderado el desarrollo potencial de producción de forrajes y la capacidad de pastoreo que existe en los trópicos de América Latina, será necesario disponer de grandes cantidades de semilla de gramíneas seleccionadas y de especies leguminosas forrajeras. Actualmente, no existe en Colombia una producción organizada de semilla de plantas forrajeras. Con esta necesidad en mente, se comenzó a reunir todos los lotes de semilla disponible de selecciones de *Stylosanthes*, *Centrosema*, kudzu, *Glycine*, *Desmodium*, *Brachiaria decumbens*, *B. ruziziensis* y *Paspalum plicatulum*.

Utilización de praderas y forrajes

La disponibilidad de alimento para el ganado de carne en las tierras bajas de los trópicos está basada en la producción eficiente de forraje y de buena cali-

dad durante todo el año. Existen grandes extensiones de tierra que son aptas para el pastoreo en las cuales se podría desarrollar una amplia industria de ganado de carne. Desafortunadamente, estas tierras de pastoreo actualmente están muy mal manejadas, algunas veces sometidas a sobrepastoreo o bien son subutilizadas.

El programa de utilización de praderas y forrajes del CIAT se enfoca hacia encontrar métodos para: 1) aumentar la productividad de las praderas existentes y 2) lograr una mayor productividad mediante el empleo de leguminosas tropicales y de especies mejoradas de gramíneas.

Investigaciones hechas en la sede del CIAT

Se han iniciado dos pruebas de pastoreo con el propósito de determinar el aumento de peso del ganado y los costos de producción utilizando sistemas intensivos de producción en praderas de Pangola (*Digitaria decumbens*) y Pará (*Brachiaria mutica*).

Experimento de pastoreo en Pangola.

Se han escogido cuatro niveles de fertilización con nitrógeno (200, 400, 600, 800 kg N/ha por año) y pastoreo en rotación con tres diferentes intensidades de carga. Cuando se hace necesario, se riegan las praderas por gravedad. Este experimento se demoró en establecerse puesto que hubo necesidad de rediseñar el sistema de irrigación y por crecimiento lento que tuvo el pasto Pangola debido a baja fertilidad de los suelos y a altos niveles de la capa freática. El crecimiento lento de la gramínea puede haber sido ocasionado por las siguientes razones: 1) una deficiencia de microelementos, como el zinc, hierro y boro, según se pudo observar en ensayos hechos con arroz y soya; 2) una alta salinidad, especialmente en áreas en las cuales fue necesario hacer movimiento de tierras para nivelar el terreno; y 3) un alto nivel freático. Se han iniciado ensayos exploratorios para determinar posi-

bles deficiencias de microelementos en el suelo, las cuales pueden afectar el crecimiento del Pangola.

Experimento de pastoreo con Pará.

Este ensayo se inició en noviembre de 1971. Se están comparando tres niveles de fertilización con nitrógeno (200, 400, 600 kg/ha por año) usando un sistema de rotación en las parcelas de pastoreo. Este experimento se continuará por dos o tres años. Aparentemente, el pasto Pará se adapta mejor cuando existen en los suelos deficiencias minerales, salinidad y alto nivel freático. Por el contrario, el pasto Pangola presenta mucha sensibilidad a estas condiciones.

Dietilestilbestrol y Vitamina A. Se logró determinar los efectos de la implantación con dietilestilbestrol y con Vitamina A sobre la tasa de crecimiento de los bovinos utilizando toros y novillos cebú cruzados, los cuales fueron sometidos a pastoreo durante el período de crecimiento y acabado. La duración de este ensayo fue de 672 días. Se utilizó un total de 284 animales. De éstos, 21 toros y ocho novillos no alcanzaron los 450 kilos que es el peso reglamentario para el sacrificio.

El Cuadro 1 presenta el promedio de aumento de peso en toros y novillos en períodos calculados de tres a cuatro meses. Los animales más pesados y los que aumentaron de peso más rápidamente se vendieron primero. Estos datos indican que la implantación de dietilestilbestrol incrementó el promedio de aumento de peso de los novillos en un 13 por ciento durante todo el experimento, pero no afectó a los toros. La mayor respuesta al dietilestilbestrol se obtuvo en las etapas iniciales del experimento con los novillos que aumentaban más rápidamente de peso; durante las últimas fases del período de acabado se observó una respuesta generalmente negativa en los novillos cuyo aumento de peso fue más lento.

La inyección de Vitamina A no produjo ningún efecto lo cual indica que el forraje proporcionó suficiente caroteno.

CUADRO 1. Aumento diario de peso en novillos y toros implantados con Vitamina A y DES*

Tratamientos	Dic. 1969 Feb. 1970	Feb. 1970 Mayo 1970	Mayo 1970 Sept. 1970	Sept. 1970 Nov. 1970	Nov. 1970 Feb. 1971	Feb. 1971 Mayo 1971	Mayo 1971 Oct. 1971	Media Dic. 1969 Oct. 1971
Novillos								
Testigo	519	427	480	262	241	459	371	388
Vitamina	493	435	514	224	205	445	488	388
DES	668	521	567	151	188	558	234	439
Vitamina-DES	596	526	558	176	262	366	342	439
Media	569	477	528	202	220	464	365	—
Toros								
Testigo	747	408	595	281	334	536	498	446
Vitamina	532	486	579	244	292	507	380	450
DES	618	523	591	178	280	499	340	456
Vitamina-DES	607	561	571	213	268	455	471	447
Media	632	494	584	218	288	451	501	—

* Reimplantados cada 120 días con 36 mg de dietilestilbestrol y 400 UI de Vitamina A.



Después de quemar la vegetación, en las sabanas del interior de América Latina, algunas especies autóctonas de los suelos de latosol renacen y luego se establecen en las praderas naturales.

Turipaná

Se ha iniciado una prueba de pastoreo intensivo con el fin de determinar los costos de producción y el aumento de peso de los novillos en pastoreo en Pará con y sin una asociación de las leguminosas tropicales **Centrosema plumieri**, **Desmodium intortum**, **Clitoria ternatea** o **Pueraria phaseoloides**. Utilizando el pastoreo rotatorio se hará una comparación de tres intensidades de carga.

Los intereses básicos de los ensayos son: productividad probable y ventajas económicas que se obtendrían al asociar leguminosas con Pará y, la identificación de los sistemas óptimos de manejo de praderas para alcanzar el máximo en la productividad y en las ganancias.

Carimagua

Carimagua, situada en el centro de los Llanos Orientales de Colombia, es representativa de grandes extensiones de suelo latosólico de Venezuela, Brasil, Bolivia y Colombia. Muchas de las especies

En una pradera en los Llanos Orientales, antes de levantar una cerca divisoria, es necesario abrir una brecha en la cual se alinearán los postes.



nativas de plantas forrajeras tienen bajo valor nutritivo. En los estudios que se llevan a cabo se da atención primordial a la determinación de: 1) los métodos más eficientes de manejo de praderas naturales; 2) la posibilidad de establecer praderas de pastos mejorados y 3) la factibilidad de asociar leguminosas tropicales con gramíneas forrajeras, tanto nativas como mejoradas.

Ensayo de pastoreo con pasto Gordura (*Melinis minutiflora*). En octubre de 1971 se inició un ensayo para determinar la cuantía y el rendimiento económico del aumento de peso del ganado autóctono de los Llanos Orientales de Colombia que pastorea en praderas de pasto Gordura. Al comenzar este experimento se establecieron los siguientes tratamientos de fertilizantes: a) testigo (sin fertilizantes), b) 75 kg P_2O_5 /ha y c) 75 kg P_2O_5 más 40 kg K/ha. Se utilizaron tres intensidades de carga: 0.5, 1.0 y 1.5 animales por hectárea.

Los promedios de aumento de peso diario, después de 56 días de pastoreo, se presentan en el Cuadro 2. Durante este período y hasta el final de la estación seca, se utiliza una intensidad menor de carga para proteger las praderas; en realidad, existe poca información relacionada con el efecto de la intensidad de carga.

En este período, o sea el comienzo de la estación seca, se obtuvo una pérdida de peso en todos los tratamientos estudiados. En esta época, el pasto Gordura

florece y semilla, el crecimiento vegetativo se detiene y el valor nutritivo y la palatabilidad del pasto bajan. Pérdidas de peso relativamente menores se observaron en los pastos no fertilizados, en comparación con los obtenidos en parcelas fertilizadas. Quizás esto se debió a que el florecimiento y la formación tardía de semilla, en lotes no fertilizados, produjo un forraje más nutritivo que en los lotes fertilizados.

Praderas naturales. En septiembre de 1971 se inició otro ensayo para determinar la cuantía y costo del aumento de peso del ganado criollo, en las praderas naturales de los Llanos Orientales de Colombia. Las especies predominantes de pasto incluyen: *Trachypogon vestitus*, *Andropogon vicornis* y *Axonopus purpusii*. Se hace una comparación entre los sistemas de pastoreo continuos y rotativo, utilizando tres intensidades de carga: 0.20, 0.35 y 0.50 animales por hectárea. El ensayo comenzó con intensidades de carga menores, a causa de la proximidad de la estación seca y de la falta de información que permitiera utilizar intensidades de carga superiores a los 0.20 animales por hectárea.

Los resultados obtenidos hasta la fecha se muestran en el Cuadro 3. El promedio de los aumentos de peso diario fue menor cuando se utilizaron intensidades mayores de carga en comparación con las intensidades inferiores, tanto bajo el sistema de pastoreo en rotación como cuando se utilizó el pastoreo continuo. Los aumentos de peso por hectárea incrementaron a medida que se aumentó la intensidad de carga al emplear el pastoreo continuo, pero en el caso del pastoreo rotatorio los aumentos de peso mostraron un patrón irregular.

Conviene señalar tanto la ventaja aparente de las praderas naturales durante la estación seca comparada con el pasto Gordura, como también, el promedio de aumento de peso diario de aproximadamente 300 gramos, en aquellos animales en pastoreo en praderas naturales durante el comienzo de la estación seca.

CUADRO 2. Aumento de peso en animales pastoreados en pasto Gordura.* Gramos por día.

	Carga Animal Toretas/ha.		
	0.44	0.88	1.30
Sin fertilizante	— 2	— 89	— 15
Fosfato	—242	—346	—193
Fosfato + potasio	—385	—448	—454

* Período inicial de 56 días.

CUADRO 3. Aumento de peso en animales bajo pastoreo en praderas naturales*

	Promedio de aumento diario			kg/ha/día		
	Gramos/día					
Carga animal (Torettes ha)	0.15	0.26	0.37	0.15	0.26	0.37
Continuo	311	319	274	4	7	9
Rotacional	256	270	88	3	6	3

* Período inicial de 85 días.

Los aumentos de peso compensatorios durante el crecimiento pueden descartarse, puesto que todos los animales ha-

bían estado pastoreando en praderas naturales similares por más de cuatro meses antes de comenzar este ensayo.

Ganado criollo típico de los Llanos Orientales de Colombia.



Nutrición de ganado de carne

El programa de nutrición para el ganado de carne del CIAT está dando mayor énfasis a: 1) los factores nutricionales que limitan tanto la reproducción como la tasa de crecimiento, y la forma como estos factores pueden ser determinados y 2) los regímenes de alimentación del ganado de carne bajo sistemas de explotación más intensivos.

Se dará atención primordial al suministro de minerales, alimentos energéticos y proteínas, los cuales parecen ser los factores nutricionales más críticos que afectan las funciones reproductivas y de crecimiento.

Al estudiar en los próximos años el posible papel que va a desempeñar el ganado de carne cuando se aplican sistemas de explotación más intensivos, el énfasis del trabajo se pondrá en el valor alimenticio y la productividad de ciertos cultivos forrajeros, cosechas, residuos de cosechas y subproductos. La información que se obtenga sobre cada uno de estos alimentos potenciales puede ser directamente aplicada a empresas agropecuarias más intensivas, incluyendo: 1) fincas de tamaño intermedio que producen cultivos tales como maíz, yuca, caña de azúcar, arroz, algodón, etc., 2) ganado de leche y carne y 3) unidades agropecuarias pequeñas e intensificadas.

Control de enfermedades y parasitismo

Sanidad animal

El objetivo primordial del programa de sanidad animal es mejorar las funciones reproductivas y de crecimiento y reducir la mortalidad a través del control de enfermedades y parasitismo, dando atención especial a las causas del fracaso reproductivo, que resulta en un porcentaje menor de partos y generalmente, en un alto índice de mortalidad desde el nacimiento hasta el destete.

El programa incluye investigaciones sobre problemas causados por plantas tóxicas, sobre vectores y el proyecto de hemoparásitos de la Universidad de Texas A&M.

Plantas tóxicas

Se continuó el estudio de la enfermedad denominada hematuria enzoótica, la cual es probablemente causada por un helecho (*Pteridium equilinum*) que ocasiona pérdidas crónicas de sangre a través de la vejiga urinaria. Por un período de ocho meses se observaron terneros que pastoreaban en praderas que anteriormente habían producido una incidencia muy alta de la enfermedad. Aunque, por lo menos, uno de ellos desarrolló la enfermedad no se observaron cambios en los valores serológicos que indicaran cuál es el agente etiológico. Se suspendió el estudio de esta enfermedad. No hay duda que dicha enfermedad ocasiona graves pérdidas en el ganado en altitudes intermedias, pero no constituye un problema en las tierras bajas del trópico.

En Turipaná se continúan estudios sobre las plantas tóxicas. La maleza Anamú (*Petiveria alliacea*) fue identificada como una de las causantes de un síndrome localmente llamado "vacas caídas", el cual se caracteriza por falta de coordinación y distrofia muscular, particularmente en los terneros.

Una investigación preliminar que trató de asociar la maleza denominada "Rosa vieja" (*Lantana camara*) con la fotosensibilidad (piel caída) no tuvo éxito, probablemente por la falta de luz solar que hubo durante los ensayos de alimentación.

Agentes patógenos seleccionados

La investigación para hallar la ruta de infección del virus de estomatitis vesicular (VSV) se continuó en una finca cercana a Popayán. A pesar de que los dos tipos de virus de este grupo se conocen desde hace 40 años, se ignoran las fuentes del virus en la naturaleza y las rutas de infección. En un estudio afín, con el virus VS, no se pudo encontrar ninguna evidencia que señalase que los leucocitos de los bovinos tuvieran un papel importante en la patogénesis de la infección VSV en el ganado.

En una investigación preliminar sobre la papilomatosis bovina, en una hacienda del Departamento de Antioquia, en donde esta infección viral conduce a una condición cancerosa que causa graves pérdidas en el ganado, se llegó a la conclusión de que el problema parece ser únicamente de importancia local.

En 1971 se estableció un banco de sueros y al final del año se habían almacenado aproximadamente 3.000 especímenes.

Proyecto de la Universidad de Texas A&M sobre enfermedades hemoparasitarias en los bovinos

La anaplasmosis bovina, la babesiosis y la tripanosomiasis son enfermedades de la sangre transmitidas por artrópodos, las cuales se asocian bien sea con anemia y muerte o con grandes pérdidas de producción en el ganado sobreviviente, particularmente en las áreas tropicales.

El programa de investigación y de adiestramiento sobre las enfermedades hemoparasitarias se continuó en los laboratorios de investigación del ICA - LIMV, en Bogotá, hasta septiembre de 1971 fecha en que la unidad fue trasladada al CIAT.

Los agentes infecciosos de la anaplasmosis bovina (*Anaplasma marginale*), babesiosis (*Babesia argentina* y *Babesia bigemina*) y tripanosomiasis (*Trypanosoma vivax*, *Trypanosoma evansi*) fueron aislados, cultivados y purificados de muestras recogidas de casos de campo que se presentaron espontáneamente en bovinos. Los cultivos purificados se almacenaron a bajas temperaturas y se utilizaron en experimentos de laboratorio y de campo.

Se desarrollaron métodos de diagnóstico microscópico y serológico y éstos se aplicaron en escala limitada al estudio de la incidencia y de la prevalencia de las enfermedades hemoparasitarias del ganado en Colombia. La encuesta efectuada en Colombia sobre estas infecciones, ha identificado claramente

cuáles son áreas-problema y cuáles pueden considerarse como áreas sanas. La correlación de la incidencia de *Anaplasma* y *Babesia* con diferentes zonas climáticas revela un patrón que podría ser útil y aplicable en la América Latina.

Los estudios sobre la patogénesis de las infecciones monoparasitarias y poliparasitarias en el ganado, se han concentrado primordialmente en la virulencia, los mecanismos de la enfermedad y la reacción del huésped al agente causante.

La investigación demuestra que la inmunización previa (a través de sangre infectada y de tratamiento con drogas), es el método que, en Colombia, es más utilizado en la actualidad en la prevención de la anaplasmosis clínica y de la babesiosis. Los resultados de estas investigaciones se están utilizando en ensayos de campo hechos en Turipaná. Mediante la inmunización previa bajo control, se ha eliminado la mortalidad en el ganado que se transporta a zonas endémicas; las técnicas desarrolladas para dicha preinmunización son muy seguras.

Se condujeron experimentos con el fin de evaluar la profilaxis, la terapia, el efecto producido, la dosificación, las vías de inoculación, la toxicidad y la reacción de los animales inyectados con nuevas drogas específicas contra la anaplasmosis y la babesiosis. La obtención de efectos sinérgicos logrados a través de la terapia combinada de diferentes drogas es una técnica actualmente en uso en Colombia, como tratamiento para atenuar las infecciones producidas por la preinmunización contra las infecciones de *Anaplasma* y *Babesia*.

Se condujo una serie de experimentos con el fin de identificar artrópodos vectores de la anaplasmosis y babesiosis. Una garrapata denominada *Boophilus microplus* se identificó como el vector principal. Se han aislado y conservado bajo condiciones de laboratorio ejemplares de esta garrapata para llevar a cabo tales estudios. El vector de la tripanosomiasis en los bovinos no se pudo identificar.



La correcta identificación de un hemoparásito puede lograrse con el examen de muestras de sangre.

Se han hecho intentos para desarrollar métodos de control de las enfermedades hemoparasitarias del ganado ya sea mediante la inyección de sangre diluida e infectada, de atenuación de los agentes patógenos por medio de la irradiación de inoculación con agentes patógenos muertos y aplicación de vacunas adyuvantes. Bajo condiciones experimentales algunos de estos métodos han dado resultados promisorios que señalan la conveniencia de realizar más investigaciones en este campo.

Algunos de los proyectos que se están adelantando incluyen los siguientes: el cultivo *in vitro* de **Babesia bigemina**; desarrollo de una vacuna de **Babesia** utilizando tejido infectado de garrapata; desarrollo de una técnica de diagnóstico por medio de un anticuerpo fluorescente para la tripanosomiasis bovina; análisis y comparación de diferentes antígenos de **Babesia**, el desarrollo de una prueba rápida para comprobar la presencia de **Babesia** mediante la aglutinación sobre una cuadrícula; estudio de la inmunidad de diferentes cepas; estudio del efecto del pasto Gordura sobre las poblaciones de garrapatas y otros parásitos externos del ganado.

ECONOMIA AGRICOLA

Factores económicos en la producción y mercadeo

Durante el año 1971, los economistas agrícolas trabajaron en cooperación con los zootecnistas del CIAT. Además de colaborar en los diseños experimentales se inició un estudio básico y se planearon dos proyectos para realizar en 1972.

El sector pecuario de Colombia. Se ha iniciado un proyecto de investigación encaminado a describir el sector colombiano de ganado de carne. El objetivo primordial de este estudio es obtener información acerca de las bases sobre las cuales el programa de ganado de carne del CIAT pueda establecer directrices para sus actividades futuras. Esta información, además de ser útil al CIAT, servirá a otras agencias nacionales e internacionales para el establecimiento de pautas sobre política crediticia en relación con la actividad pecuaria, asistencia técnica y proyecciones esbozadas en las oficinas de planeamiento.

La información básica se obtiene a través de encuestas hechas a los ganaderos. La información que se busca incluye asuntos tales como prácticas de manejo en lo que se refiere a hatos y praderas, modalidades de crédito, asistencia técnica y mercadeo que se aplican en una determinada zona ganadera.

Se ha hecho una encuesta entre 487 hacendados en la región de la costa norte de Colombia. Los datos obtenidos se están analizando. Los resultados tentativos indican que, para dicha región, el promedio de partos es de 61 por ciento para todas las haciendas; las haciendas de 500 hectáreas o más tienen un promedio de 55 y las haciendas menores de 500 hectáreas 62. La variación entre las zonas en la región es de 36 a 80 por ciento.

Los índices de mortalidad en la región fluctúan de 2.2 a 10 por ciento; el promedio para la región se estima en 4.4 por ciento. El mayor índice de mortalidad está asociado con fincas más pequeñas.

La intensidad de carga varía de 1.3 por hectárea a casi 2 cabezas por hectárea y el promedio es, aproximadamente, 1.5 cabezas por hectárea.

Costo de producción. En el año 1972 se hará un análisis a fondo del costo de la producción de ganado de carne en la costa norte.

INGENIERÍA AGRÍCOLA

La oficina de Ingeniería Agrícola y de Operación de la Estación, ha tomado la iniciativa de suplir adiestramiento y supervisión en lo relacionado con la construcción de cercas de larga duración, riego, drenaje, abrevaderos para el ganado y establecimiento de praderas en aquellas áreas de la sede del CIAT que serán utilizadas en la investigación y producción de ganado de carne.

La construcción de cercas de larga duración con postes esquineros de concreto reforzado y refuerzos horizontales redujo los costos totales y proporcionó cercas más duraderas.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GANADO DE CARNE

En términos generales, en el trópico en América Latina los niveles de producción de ganado de carne son bajos, particularmente en las áreas de praderas latosólicas de los Llanos Orientales de Colombia y en el Campo Cerrado, en Brasil. La evidencia preliminar indica que la productividad y la rentabilidad podrían ser aumentadas adoptando sistemas adecuados de manejo de praderas, buena alimentación, prácticas de mejoramiento genético y de sanidad del hato y utilizando algunos pastos mejorados.

Todos los proyectos del CIAT en relación con investigación de ganado de carne están enfocados a contribuir con tecnología aplicable al desarrollo de sistemas integrales de producción de ganado de carne en los trópicos. Esta tecno-

logía, combinada con los conocimientos de que ya se dispone, se usará para evaluar la productividad y la rentabilidad de varios sistemas de producción de ganado de carne que incluya ciclos completos de vida de los animales.

En colaboración con el ICA en Carimagua, se estableció una serie de nueve hatos experimentales de producción de ganado de carne utilizando ganado cebú con diferentes niveles de gradación o encaste, el cual es nativo del área. Con esta serie de hatos se pretende comparar diferentes grados de intensidad de manejo en los diferentes sistemas de producción de ganado de carne. Las comparaciones incluyen: 1) ganado tradicional contra ganado mejorado con sistemas de manejo de praderas; 2) praderas naturales contra praderas naturales complementadas con algunas praderas mejoradas (*Melinis minutiflora*) y contra praderas totalmente mejoradas (*Melinis minutiflora*); 3) programa de mejoramiento de ganado siguiendo el retrocruzamiento continuo con toro Cebú contra cruzamiento rotativo utilizando Cebú y San Martinero que es una raza criolla; 4) suplementación con minerales en pastos nativos contra ninguna suplementación de minerales, y 5) efecto sobre el porcentaje de nacimiento de crías al efectuar apareamiento continuo contra apareamiento estacional. Además, los efectos de la suplementación con proteínas y alimentos energéticos en el desempeño reproductivo de vacas que están en pastoreo en praderas naturales, praderas naturales más *Melinis minutiflora*, y praderas de *Melinis minutiflora*, se podrán determinar administrando alimento suplementario a un lote de vacas formando hatos experimentales a los cuales se impone estos tres sistemas de pastoreo.

En este estudio se utilizarán 324 novillas y aproximadamente 2.500 hectáreas de pradera. La duración de este estudio será de cinco a seis años. Este experimento se replicará a finales de 1972 y a principios de 1973.

ADiestRAMIENTO Y COMUNICACION

Los objetivos específicos del adiestramiento son: a) el adiestramiento de especialistas en producción pecuaria capacitados para analizar, programar, ejecutar y supervisar empresas pecuarias; b) el adiestramiento "en servicio" en un área específica, para promover la mayor capacitación de varios especialistas en producción pecuaria, en la dirección de programas de investigación y adiestramiento en sus respectivas áreas de especialización y c) proporcionar directrices en trabajos de investigación con el propósito de que los estudiantes graduados puedan completar sus tesis.

Otros becarios. Desde el inicio del programa de ganado de carne del CIAT, a mediados de 1969, se han completado los proyectos de investigación de tesis de nueve estudiantes posgraduados internos y cinco estudiantes graduados. Estas investigaciones se han hecho sobre praderas y forrajes, ciencias agropecuarias y sanidad animal. Estos becarios procedían de Colombia, Ecuador, Brasil, Costa Rica y Holanda.

La Universidad de Texas A&M. Dos veterinarios colombianos y ocho norteamericanos han recibido adiestramiento avanzado en medicina veterinaria tropical con énfasis en enfermedades hemoparasitarias de los bovinos. De los diez veterinarios, tres han recibido el grado de maestría en Ciencias y uno, el grado de doctor en Filosofía.

Cooperación internacional

Algunos miembros del personal que trabaja en el programa de ganado de carne del CIAT han hecho visitas a México, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, con el objeto de seleccionar becarios, proporcionar asistencia técnica y familiarizarse con las industrias pecuarias que se llevan a cabo en esos países.

Se ha elaborado un programa unificado para la introducción y evaluación de

plantas forrajeras en colaboración con los programas nacionales de pastos y forrajes de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Con base en su enfoque internacional, el CIAT está en capacidad de coordinar la labor de evaluación de aquellas plantas forrajeras que tienen posibilidades o características interesantes y a la vez, mantener un banco de germoplasma, así como de ocuparse de la distribución de aquellas especies forrajeras que sean promisorias.

El grupo de técnicos que trabaja en ganado de carne en el CIAT es miembro de un Comité Consultivo que asesora el Programa de Ganado de Carne del INIAP, en Ecuador. Varios miembros del mencionado grupo presentaron trabajos en la III Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), la cual se celebró en Bogotá, y en el Congreso Mundial de Medicina Veterinaria y Ciencias Agropecuarias, llevado a cabo en la Ciudad de México. El doctor Osvaldo Paladines, Zootecnista del CIAT, fue elegido presidente de ALPA.

Los miembros del personal técnico del CIAT que trabajaron en el proyecto sobre enfermedades hemoparasitarias, establecieron una relación de trabajo con miembros del personal del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), situado en Lima, Perú, y con miembros de la Organización Veterinaria de África Oriental, la cual tiene su sede en Muguga, Kenya. Se dio mucho énfasis a la cooperación a nivel internacional en lo que respecta a trabajos en el campo de las enfermedades hemoparasitarias de los bovinos, en las áreas tropicales.

Un miembro del personal técnico del CIAT dictó una serie de conferencias sobre nutrición en animales bajo pastoreo, en un curso sobre ceba intensiva de bovinos ofrecido en Turrialba, Costa Rica. Este curso se diseñó para investigadores en instituciones de enseñanza superior y en entidades nacionales de investigación.

Sistemas de Producción de Yuca



En 1971, el Programa de Yuca del CIAT continuó la investigación iniciada en años anteriores con el fin de establecer y evaluar la variabilidad dentro de la especie **Manihot esculenta**. Los resultados de esta investigación se utilizarán en la selección de variedades con resistencia a enfermedades e insectos y con características agronómicas deseables. Se estudia la variabilidad de los ecotipos para determinar la posibilidad de usar algunas prácticas culturales que aumenten la cantidad de yuca producida por unidad de superficie y por unidad de tiempo. Las plantas de tipo pequeño, de madurez precoz, tienen un potencial de productividad total igual al de aquellos tipos de planta más vigorosos y de madurez tardía. Pero, posiblemente, la siembra de tales plantas requiera algunas modificaciones en densidad de siembra, fertilización y época de cosecha.

En 1971 la precipitación pluvial fue mayor que lo normal y esto produjo niveles freáticos más altos en algunas de las áreas experimentales. Debido a que la planta de yuca no tolera suelos en condiciones de máxima saturación, el exceso de lluvia causó daños en las raíces y la pérdida de información sobre rendimiento y desarrollo radicular en muchos cultivares.

Una infección causada por una bacteria identificada tentativamente como

Pseudomonas sp. se presentó en las parcelas de introducción y de aumento. Esta marchitez bacteriana es frecuente en otras áreas de Colombia pero no se había presentado recientemente en el Valle del Cauca. Con el propósito de prevenir una posible diseminación de la enfermedad a los campos comerciales y a otras colecciones de yuca que existen en la región, se hizo una erradicación intensa de material vegetativo.

El trabajo experimental indicó que las bacterias se alojan principalmente en los tejidos no leñosos del tallo y que si se podan las plantas por debajo del sitio de la infección y se establecen otras prácticas sanitarias, se reduce la infección. Se destruyó todo el material que existía en las parcelas y lotes experimentales de aumento y de producción; solamente se conservaron cuatro plantas de cada muestra colectada. Estas plantas que se conservaron fueron cortadas a 50 cm del suelo y todo el material cortado se destruyó; además el material vegetal que existía en las parcelas se eliminó. El rebrote o retoño de las plantas que se conservaron en el campo se mantuvo bajo observación por lo menos, dos veces por semana, con el fin de localizar una posible reinfección. Las plantas re infectadas fueron destruidas o podadas nuevamente a nivel del suelo.

Se comprobó una reinfección de plan-

tas en un 10 a 15 por ciento; sin embargo, al llegar la estación seca, se verificó una reducción en el número de plantas re infectadas. La labor de erradicación de plantas enfermas ocasionó una reducción en otras actividades del programa. Al disminuir el número de plantas infectadas ha sido posible reanudar las investigaciones básicas que se habían proyectado dentro del Programa de Yuca. Así, se reiniciaron en 1971 labores relacionadas con Ingeniería Agrícola, Economía Agrícola, Agronomía y evaluación de germoplasma, Entomología, Fitopatología y Control de Malezas.

Ingeniería Agrícola

En colaboración con el personal de Ingeniería Agrícola, Operación de la Estación Experimental y Agronomía, se diseñó y construyó un aparato desmenuzador o tajador de yuca, de bajo costo, similar a un tipo usado en Tailandia



Figura 1. La desmenuzadora de raíces de yuca es accionada por el tomafuerza de un tractor.

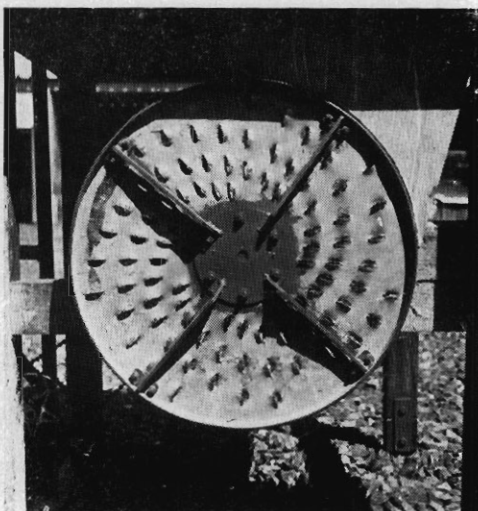


Figura 2. Desmenuzadora de raíces de yuca hecha con la tapa de un tonel de 55 galones.

(ver Figura 1). Esta desmenuzadora está construida con la tapa de un tonel metálico de gasolina que gira accionado por un tractor (ver Figura 2). El costo total de este aparato desmenuzador de yuca fue inferior a U.S. \$ 100. Es posible que, en el futuro, se puedan construir estos aparatos a un costo inferior a los U.S. \$ 50, sin incluir la unidad de fuerza motriz. Se puede utilizar una planta de gasolina o un motor eléctrico como fuente de energía. Se diseñará y probará una unidad accionada manualmente para utilizarla en aquellas circunstancias en que las demandas de yuca son limitadas o las disponibilidades de capital no permiten una mayor inversión.

Los ensayos que ya se han hecho con este aparato indican que tiene una capacidad de desmenuzar entre 1.500 y 2.000 kg por hora de raíz fresca. Esta máquina produce tajadas o trozos de yuca aproximadamente de 1 1/4 cm de ancho, menos de 1/2 cm de espesor y de longitud variable. El grosor de la tajada dependerá de la amplitud de la abertura en la cuchilla tajadora.

Debido a que los bordes cortantes del tajador no son afilados, parece que se

produce una acción de desgarramiento en la tajada lo cual puede ayudar a un secamiento más acelerado. Al colocar las tajadas sobre un piso de concreto al sol directo se puede lograr una reducción en la humedad hasta de un 15 por ciento en un día.

El personal de Ingeniería Agrícola brindó asistencia técnica y colaboró con el Programa de Yuca en la determinación de la gravedad específica, el tratamiento a base de calor de las porciones de la planta que se utilizan como semilla y en la descripción de la distribución del sistema radicular de la planta. Además, suministró el equipo para preparar la tierra, regar y drenar los cultivos, transportar la yuca cosechada y erradicar las plantas enfermas en la zona de cuarentena vegetal.

Economía Agrícola

Se hicieron los siguientes estudios económicos relacionados con el cultivo de yuca:

1. Al hacer una recopilación de información obtenida por la FAO durante los últimos 10 años en relación con la producción, el rendimiento y la producción de yuca **per capita** en escala mundial, regional y por país se comprobó que, aunque la producción total de yuca va en aumento, tal fenómeno ocurre más lentamente que el aumento de la población.

2. En 1971 se inició una encuesta en relación con los métodos de producción de yuca en Colombia. Las respuestas obtenidas de 110 cuestionarios indican los siguientes resultados tentativos. La producción por hectárea por mes, en áreas en las cuales la yuca se ha cultivado en tierra relativamente plana, está correlacionada positivamente con: a) la práctica de aporcar el cultivo; b) la aplicación de fertilizante; c) la calidad de la tierra; d) la calidad de la semilla y la disponibilidad de crédito. También se encontró que la preparación del terreno con arado, el número de plantas por hectárea y la operación de deshierba parecieran no afectar el rendimiento. Solamente en tierras con algún declive,

la arada del terreno parece tener un efecto positivo sobre el rendimiento por hectárea. La forma en que se hace la siembra, por ejemplo, la colocación de la semilla (sesgada u horizontal) no pareció afectar la producción ni en tierras con pendiente ni en tierras planas.

Tanto en las tierras planas como en las que tienen declive, los costos de producción aparentemente son iguales utilizando las técnicas que se emplean actualmente. Aunque la preparación de terrenos y los costos de siembra son mayores en las tierras con declive que en las tierras planas, el valor de la semilla, los costos de deshierba, de fertilización y de vigilancia del cultivo, son inferiores.

3. Otros estudios que se están realizando incluyen una evaluación de las plantas procesadoras de yuca que producen almidón en Colombia, y una evaluación detallada de los componentes del costo involucrado en la producción de yuca.

Agronomía y evaluación de germoplasma

Se están catalogando los caracteres agronómicos que aparecen en el banco de germoplasma, el cual tiene una colección de 2.800 cultivares. En la sede del CIAT se evaluaron algunas de estas características en 550 variedades plantadas en parcelas de tres surcos no replicadas, a los nueve o diez meses después de hecha la siembra. Con el objeto de establecer comparaciones se sembró la variedad Llanera cada quince parcelas como variedad testigo.

Pocas variedades produjeron un rendimiento mayor que el de la Llanera. Muchas de ellas produjeron un mayor peso total por planta pero tenían una relación menos favorable entre raíz y parte aérea de la planta. El índice de peso de la cosecha fresca ($100 \times$ peso de la raíz $\div$ peso total de la planta) varió de menos de 5 hasta 78. El índice de la cosecha de la variedad Llanera (60-65) es mayor que el promedio obtenido de todas las variedades ensayadas (35-45). Los análisis preliminares indi-

CUADRO 1. Índice de peso de la cosecha fresca, peso de la raíz y de la copa, de cultivares de yuca seleccionados, procedentes de Colombia.

Colección N°	Índice de peso de la cosecha fresca	Peso fresco por planta (kg)	
		Raíces	Partes aéreas
3	7.3	0.5	6.3
2	32.7	3.9	8.0
36	33.8	4.8	9.4
9	37.1	5.6	9.5
12	38.7	5.5	8.7
73	43.5	5.4	7.0
81	50.0	6.6	6.6
71	54.0	6.8	5.8
35	56.4	7.0	5.4
22	59.6	5.3	2.6
Llanera*	60.0*	4.9*	3.2*
68	75.0	5.1	1.7
Promedio de 121 cultivares	42.5	3.9	5.3

* Promedio de 8 parcelas.

can que los altos rendimientos están asociados con un índice alto de cosecha. Algunas variedades que tienen un crecimiento vigoroso en la parte aérea y un bajo índice de cosecha, dieron altas producciones (Cuadro 1).

Los cultivares con altos índices de cosecha tienen características muy variables, presentan diferencias en su modalidad de ramificación, tipo de hojas, distribución y forma de la raíz. Actualmente, algunas de estas líneas se están multiplicando para hacer un análisis posterior bajo otras condiciones climatológicas y diferentes prácticas culturales.

La densidad y el contenido de materia seca se usan comúnmente para determinar el contenido de almidón sin necesidad de hacer complicados y demorados análisis químicos. Como se puede apreciar en el Cuadro 2, de cada una de cinco plantas de la variedad Llanera cosechadas en suelos fertilizados y sin fertilizar se determinó la densidad para cada raíz. El rango de variación que presentó la densidad individual de las raíces de una sola planta fue mayor que el rango obtenido con el promedio de densidades de varias plantas. Las raíces de plantas sin fertilizar tenían una den-

CUADRO 2. Promedio de densidad de la raíz, por planta, de la variedad Llanera y variación en la densidad de raíces cosechadas en parcelas fertilizadas y sin fertilizar.

Planta N°	Densidad			
	Fertilizado*		Sin Fertilizar	
	Promedio de plantas	Variación en densidad (raíces individuales)	Promedio de plantas	Variación en densidad (raíces individuales)
1	1.087	1.068-1.104	1.103	1.080-1.111
2	1.079	1.069-1.095	1.093	1.086-1.102
3	1.089	1.076-1.103	1.094	1.064-1.121
4	1.087	1.081-1.095	1.107	1.103-1.118
5	1.087	1.078-1.095	1.092	1.072-1.114
Promedio	1.087**		1.098**	

* Niveles de fertilización en kg/ha: 60 N; 60 P₂O₅ y 120 K₂O.

** La diferencia es significativa al nivel .10.

CUADRO 3. Efecto del fertilizante y del tamaño de la raíz sobre la densidad radicular y contenido de materia seca.

Tamaño de la raíz en gramos	Nivel de fertilización *					
	Alto		Intermedio		Ninguno	
	Densidad	D.M.	Densidad	D.M.	Densidad	D.M.
- 250	1.066	25.4	1.074	28.1	1.096	35.4
251 - 500	1.089	30.5	1.079	33.7	1.094	30.6
501 - 750	1.085	33.6	1.090	35.2	1.103	32.6
751 - 1.000	1.087	32.8	1.092	32.1	1.096	37.6
1.000 +	1.088	31.9	1.097	32.5	1.095	31.1
Promedio	1.083	30.8	1.086	32.3	1.097	33.5

* Tratamientos con fertilizante:

Alto: aplicación de 120-120-240 de N, P₂O₅ y K₂O kg/ha, respectivamente, aplicados antes de la siembra e incorporados al suelo.

Intermedio: 60-60-120 de N, P₂O₅ y K₂O kg/ha, respectivamente, aplicados antes de la siembra e incorporados al suelo.

sidad mayor que las raíces de plantas fertilizadas. La diferencia fue pequeña pero estadísticamente significativa al nivel del 1 por ciento.

Las raíces de plantas de yuca Llanera cultivadas en un suelo fertilizado en dos niveles de aplicación y en un suelo sin fertilizar fueron divididas de acuerdo con su tamaño y peso y analizadas para determinar su densidad y contenido de materia seca (Cuadro 3). Tanto la densidad como la materia seca, en aquellas raíces que pesaban más de 250 gramos obtenidas en parcelas fertilizadas, resultaron esencialmente iguales para todas las clasificaciones basadas en tamaño de la raíz. Las raíces que pesaban menos de 250 gramos mostraron ser significativamente inferiores en densidad y materia seca que aquellas raíces más grandes (en un nivel estadístico de .05).

La aplicación de fertilizantes redujo significativamente la densidad de las raíces. Las diferencias en relación con la materia seca mostraron la misma tendencia pero ésta no fue significativa. La mayor variación en contenido de materia seca se asocia probablemente con los procedimientos de muestreo. Para los análisis de densidad se emplearon aproximadamente 3 kilogramos de varias raíces, mientras que para la deter-

minación de materia seca se emplearon muestras que pesaban entre 50 y 250 gramos. Las muestras mayores permitieron promediar la variabilidad de varias raíces.

Se procesaron muestras de raíces de más de 100 de los mejores cultivares existentes en la colección, en una unidad extractora pequeña, para determinar la cantidad de almidón de posible uso industrial que se puede extraer con los sistemas comerciales que se usan actualmente en Colombia. Estos equipos para la extracción de almidón, denominados en este país "ralladera", tienen una capacidad de producción de 2 a 3 toneladas por día, siendo éstos fabricados localmente, a un bajo costo, de una manufactura sencilla. En el proceso de extracción de almidón las raíces se pelan a mano, se lavan y luego se rallan con un raspador rotatorio accionado por una planta de gasolina o un motor eléctrico. Después de rallada la punta es colocada en un tambor rotatorio perforado el cual está forrado con tamiz. Se agrega agua al material mientras el tambor está en rotación y el almidón se cuele haciéndolo llegar hasta un gran tanque mientras que la fibra o pulpa de la raíz queda retenida en el tambor. Después de que la suspensión de almidón se decanta, el agua se drena y el almi-

CUADRO 4. Comparación entre la cantidad de almidón extraído con un "ralladero" cuyo porcentaje fue calculado con base en el contenido de materia seca y en la densidad, en 10 cultivares de yuca.

Cultivar Nº	Almidón Ccn base en materia seca			Con base en densidad**		
	Almidón extraído con un ralladero %	Materia seca %	Almidón*	Densidad %	Almidón total %	Almidón industrial %
M-Col 10	25	43.8	37.0	1.162	32.6	27.4
M-Col 19	25	42.6	35.8	1.142	28.1	22.3
M-Col 24	14	40.3	33.5	1.151	30.1	24.5
M-Col 39	23	43.0	37.2	1.144	28.5	22.7
M-Col 41	23	41.2	35.4	1.146	29.0	23.3
M-Col 57	9	46.4	39.6	1.158	31.7	26.4
M-Col 75	25	43.3	36.5	1.138	27.1	21.1
M-Col 80	13	35.6	28.8	1.107	19.7	12.7
M-Col 103	8	29.0	22.2	1.105	19.3	12.3
M-Col 110	15	37.7	31.9	1.109	20.2	13.3

* Porcentaje de almidón = porcentaje de materia seca — 68 (Factor para raíces peladas). Referencia: Halleman, L. W. y A. Aten. 1956. Processing of Cassava and Cassava Products in Rural Industries. F.A.O. Agricultural Development. Paper No. 54, Rome, Italy. 82 p.

** Referencia: Cours, G. 1951. Le Manioc á Madagascar. Memoires de L'Institut Scientifique de Madagascar. Tome III, série B. 337 p.

dón inmediatamente se seca al sol o bien se deja fermentar en un tanque forrado en baldosa, durante 15 a 30 días, antes de secarlo al sol. El almidón, ya sea fresco o fermentado, es utilizado por las pequeñas pastelerías en la preparación de un pan especial, así como otros productos alimenticios.

Al hacer una comparación entre la cantidad de almidón extraído por los "sistemas comerciales" y el contenido de almidón obtenido al hacer un cálculo basado en un factor de conversión ya sea sobre materia seca o densidad, se evidencia que la cantidad de almidón obtenida en el procesamiento se puede predecir con mayor certeza por la conversión de medidas de densidad que a través de evaluaciones del contenido de materia seca utilizando un factor de conversión estandar (Cuadro 4). La tabla de conversión de Cours* sobre

densidades, proporcionó una evaluación bastante exacta; sin embargo, la extracción de almidón de algunos cultivares es probablemente más difícil, resultando en consecuencia variaciones con respecto al valor predicho, como se apreció en las muestras números 24 y 57.

Con el fin de hacer un análisis de laboratorio para determinar el contenido de nitrógeno se recogieron y se prepararon aproximadamente 850 muestras de raíces; la mayoría de los cultivares tenía un contenido de nitrógeno de .08 a .56 por ciento. La variedad Llanera presenta consistentemente un alto contenido de nitrógeno, casi de 1 por ciento; otros cultivares mostraron niveles de nitrógeno intermedios o casi iguales. Sin embargo, la variedad Llanera fue el único cultivar que se consideró agrónomicamente satisfactorio bajo las condiciones en que se hizo el experimento. Se están llevando a cabo análisis de

* Cours, G. 1951. Le Manioc á Madagascar. Memoires de L'Institut Scientifique de Madagascar. Tome III, série B. 337 p.

otros cultivos y estudios sobre composición proteica y valor alimenticio.

Entomología

Se están haciendo estudios sobre la identificación, biología, distribución, importancia económica, etc., de las plagas que afectan la yuca. Una revisión preliminar de la literatura mundial sobre tales plagas evidenció que existen alrededor de 100 especies de artrópodos que producen diferentes tipos de daños en las plantas. De estas especies 37 aparecen en Brasil y 17 en Colombia. Las plagas más importantes que, en América Latina atacan la yuca son: **Erynnys ello** Man. (gusano con cuerno), **Carpophilochaea chalibea** Widem (mosca del retoño), **Coelosternus** spp. (barrenador del tallo) y **Mononychus planky** (ácaro).

Un trabajo preliminar sobre la mosca del retoño (shoot fly) indicó que el 15 por ciento de los daños del retoño significa que se está al borde de una población que tiene incidencia económica. El control de esta plaga se logra fácilmente con una sola fumigación cuando el nivel del daño es inferior al 15 por ciento. Se necesita hacer más aplicaciones con productos químicos cuando el daño es mayor del 15 por ciento. Las diferencias en la susceptibilidad varietal se muestran al comparar la resistencia de la variedad Llanera con las de otras variedades colombianas. Pareciera que la forma de la hoja tiene importancia en la preferencia del insecto cuando éste va a poner sus huevos, según lo indican los estudios efectuados con el gusano con cuerno (**Erynnys ello** Man.). Se comprobó la presencia de dos parásitos de la larva, dos predadores y una enfermedad bacteriana al observar esta plaga en condiciones de campo. Las investigaciones futuras comprenderán la evaluación de la importancia económica de varios tipos de plagas e insectos y la selección de los insecticidas que brinden un control de emergencia contra los insectos, al igual que una protección continuada usando variedades resistentes y sistemas de control biológico.

Fitopatología

CUARENTENA

Con el fin de evitar la posible introducción al país de agentes fitopatógenos en material vegetativo procedente del extranjero, todo cangre importado se sometió a una estricta cuarentena en los invernaderos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en "Tibaitatá" (ICA). Cada cangre se trató con agua caliente (52°C/20 min.) antes de sembrarse, en bolsa plástica con suelo estéril. Estos cangres germinaron y permanecieron por 2-3 meses en invernadero bajo condiciones controladas de luz, temperatura y humedad relativa. Las plantas se observaron individualmente cada semana, antes de ser trasladadas a la sede del CIAT, en Palmira. Los cultivos importados proceden de Puerto Rico (60), Ecuador (76), Venezuela (326), Perú (176) y México (67). Todos los clones procedentes de Perú se destruyeron debido a que se comprobó la presencia de algunas plantas afectadas por el mosaico común de la yuca. Se procedió en la misma forma con algunos clones originarios de Venezuela por haberse comprobado que estaban infectados con bacteriosis. Los clones sanos de Venezuela se sembraron en la Estación Experimental de Nataima (ICA), en Espinal (Tolima) y en la sede del CIAT, Palmira, después de permanecer en cuarentena por más de tres meses. También se tuvieron en cuarentena en la estación de Tibaitatá cinco especies silvestres de yuca procedentes de Venezuela, 14 cultivos de ñame y 40 variedades de batata.

ALMACENAMIENTO DE CANGRES

Estudios llevados a cabo sobre almacenamiento de semilla vegetativa de yuca (cangres) mostraron que cuando las estacas se mantenían a 4° C durante 29 días, no germinaban, mientras que cuando se guardaban a temperatura ambiente permanecían viables durante 65 días, siempre que los extremos de las estacas se protegieran con un fungicida. Si los

extremos de los cangres se sumergían en cera líquida, la viabilidad de estos aumentaba a 85 días, siempre que la cera se removiera en el momento de la siembra.

ENFERMEDADES VIROSAS

Se observaron síntomas del virus del mosaico común de la yuca en algunas plantas de las colecciones procedentes de Perú, las cuales estaban en cuarentena en Tibaitatá. La presencia de este virus fue comprobada mediante el uso de un microscopio electrónico (Figura 3). Los síntomas de las plantas enfermas y la morfología de la partícula viral coincidían con los descritos para el mosaico común de la yuca en Brasil. El mosaico común africano también se comparó con el mosaico americano mediante el uso del microscopio electrónico. No se encontraron partículas virales en tejidos foliares con síntomas del mosaico africano cuando se observaron cortes ultrafinos o muestras por contacto de hoja (leaf dip).



Figura 3. Partículas del virus de mosaico en yuca entrado en América Latina. (Fotografía tomada por el Señor Elliot Kitajima, con un microscopio electrónico.



Síntomas típicos de marchitez bacterial en una planta de yuca. Las hojas nuevas, pero maduras, se marchitaron y se secaron en los peciolo verdes erectos.



Sección del tallo de una planta de yuca que presenta una infección bacterial; nótese el exudado que brota del tallo tierno o de una rama infectada.

QUEMAZÓN BACTERIAL DE LA YUCA

La quemazón bacterial de la yuca en Colombia constituyó un tema de tesis de doctorado, en un esfuerzo cooperativo entre el ICA, el CIAT y la Universidad de Wisconsin (Departamento de Fitopatología). El estudio se realizó con 15 cepas del patógeno procedentes de plantaciones infestadas de Brasil (2), Venezuela (1) y de 10 departamentos de Colombia. Se encontró que el patógeno infecta las plantas a través de los estomas o heridas causadas por agentes físicos. Los síntomas característicos de la enfermedad son: manchas y quemazones foliares, marchitamiento parcial o total y necrosis progresiva del tallo, según la susceptibilidad del cultivar. El patógeno es diseminado principalmente por el efecto del viento y el agua de lluvia, la cual al salpicar en las hojas, dispersa el inóculo a tejidos sanos susceptibles. Las herramientas contaminadas y las estacas infectadas procedentes de plantas enfermas, son los vehículos de la diseminación del agente causal de una plantación a otra o de un área a otra.

Con el fin de caracterizar este patógeno bacterial de la yuca se hicieron 26 pruebas bioquímicas y fisiológicas; se usaron 19 carbohidratos y derivados del azúcar; 32 ácidos grasos, carboxílicos, hidróxidos y otros ácidos; 20 aminoácidos; 16 aminoácidos aromáticos, aminos y compuestos afines y 5 sustratos nitrogenados inorgánicos. Estudios serológicos mostraron similitud aglutinante entre las cepas bacteriales. Sin embargo, cuando se usó el método de doble difusión en agar, se pudieron diferenciar dos grupos serológicos por la presencia de distintas bandas de precipitado. No se encontró ninguna relación serológica entre este patógeno y cepas representantes de las especies bacteriales *Erwinia chrysanthemi*, *E. chrysanthemi* path. *zeae*, *E. carotovora*, *Pseudomonas solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis*, *X. malvacearum*, *X. campestris*, *X. pruni*, *X. manihotis*, *X. zingiberi*, *P. (Xanthomonas) rubrisubalbicans*, *X. proteomaculans*, *X. cannae* y *X. panici*.

Pruebas de patogenicidad con un bacteriófago y un *Bdellovibrio* sp., patógenos a las cepas del agente de la bacteriosis de la yuca, mostraron que ninguna de las especies bacteriales mencionadas eran susceptibles a estos dos organismos. Teóricamente, debido a la especificidad demostrada tanto por el bacteriófago como por el *Bdellovibrio* sp., éstos podrían ser usados para identificar y controlar biológicamente el patógeno bacterial de la yuca.

Estudios con 15 sustancias quimioterapéuticas demostraron que esta especie bacterial sólo es resistente a Penicilina (10 µg) y Macrodantin (100 µg). El bacterio es muy susceptible a Dihydrostreptomycin, Novobiocin, Cloromicentina, Rifampicina, Bristaciclina, Rifamicina, Garamicina y Neomicina. Ninguna relación geográfica o biológica se encontró entre las cepas del bacterio y la susceptibilidad a los antibióticos usados.

Estudios preliminares sobre supervivencia del patógeno indicaron que éste es capaz de sobrevivir por más de 5 1/2 meses en tallos de yuca necrosados, 2 1/2 meses en peciolo infectados, 35 días en hojas necrosadas y 20 días en suelo franco-arenoso-húmedo, cuando este material se mantuvo en cámara a 22°C, 70-80 por ciento de humedad relativa y 12 horas de fotoperíodo (800-1200 ft-c).

En un esfuerzo por encontrar resistencia a esta enfermedad bacterial, se inocularon artificialmente 1.200 cultivares de la colección del CIAT y se hicieron evaluaciones después de incubación en invernadero. Se encontró que 21 cultivares mostraban ciertos grados de resistencia a este patógeno. Los cultivares 642, 647, 1184, 1155 y 1079 mostraron los niveles más altos de resistencia. Los cultivares 647 y 667 mostraron reacción hipersensitiva a la infección foliar. Ninguno de los cultivares inoculados mostró inmunidad al patógeno.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Se han observado varias enfermedades fungosas en plantaciones de yuca en diferentes áreas de Colombia. Los síntomas más comunes que se han encontrado son manchas foliares y marchitamiento descendente. Se ha planeado realizar en un futuro cercano estudios relativos al aislamiento de los agentes causales de estas enfermedades, su identificación, epidemiología y control.

Adiestramiento

Un especialista en microscopía electrónica de Brasil fue contratado por el CIAT con el fin de suministrar adiestramiento a profesionales colombianos. Un grupo de médicos veterinarios del ICA y de la Universidad Nacional, así como de ingenieros agrónomos del ICA y CIAT, recibió dicho adiestramiento durante un mes consecutivo. Igualmente, este especialista comprobó mediante el uso del microscopio electrónico, la presencia del virus de la hoja blanca en *Echinochloa colonum*, el virus del mosaico de la soya, el virus del mosaico del maíz o mosaico de la caña de azúcar, y el virus del mosaico común de la yuca, de muestras suministradas con síntomas de los respectivos virus.

Control de malezas

Se ha hecho muy poca investigación en cuanto al control de malezas. Una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre este tema nos brindó sola-

mente siete referencias específicas sobre control de malezas, muchas de ellas contradictorias.

Los resultados preliminares de un estudio sobre competencia de malezas que se está haciendo en colaboración con el ICA en Turipaná, nos indican que la yuca debe protegerse de las malezas por lo menos durante 45 a 60 días para evitar pérdidas por competencia de nutrientes.

Debido a que se conoce muy poco sobre la selectividad de las sustancias químicas en la yuca, se está planeando hacer un estudio para probar y descartar por eliminación un gran número de herbicidas, aplicados en concentraciones que se supone sean seguras y luego, duplicar y cuadruplicar tales intensidades con el fin de determinar la selectividad de tales productos y observar los síntomas de posible daño causado por estos herbicidas.

Debido al dilatado ciclo vegetativo de la yuca, la implantación de un sistema de control integrado es de gran importancia para obtener un control total a lo largo del período de cultivo de la planta. En experimentos sobre prácticas de cultivo, tales factores como espacio entre surcos y densidades de siembra, deben ser evaluados en términos de habilidad competitiva de la yuca. Estas recomendaciones deberán ser luego integradas a un sistema de cultivo que incluya el uso de productos químicos y de métodos mecánicos de control de malezas que sean factibles y a la vez, no demanden altas inversiones.



Sistemas de Producción de Ganado Porcino

El objetivo básico del Programa de Porcinos del CIAT es el incremento de la producción porcina en las tierras bajas del trópico, dando énfasis a la identificación y a la solución de los principales obstáculos que presenta esta producción, así como al adiestramiento de personal técnico que trabaja en programas nacionales de producción y de investigación en este campo.

Sistemas de producción en pequeñas granjas

En los trópicos, la mayoría de los cerdos se produce en pequeñas piaras, en granjas pequeñas o que alcanzan solamente un nivel de subsistencia y en donde el índice de producción y eficiencia es bajo. Actualmente, en las áreas bajas del trópico, los cerdos representan una fuente de ingreso rápido para mucha gente. Si se llegara a aumentar la eficiencia en la producción, la población porcina actual podría proporcionar mayores ingresos y producir mayores cantidades de proteína animal con menos alimento.

En la costa norte de Colombia, se ha iniciado un proyecto que tiene por objeto el estudio de los medios para mejorar la eficiencia de la producción porcina en granjas pequeñas. Con este propósito se

han concentrado esfuerzos preliminares en un sitio que puede ser representativo de muchas áreas del trópico, en el cual se están estudiando los factores que limitan la producción económica de los cerdos y aquellos que limitan la introducción de tecnología y de prácticas mejoradas. El proyecto comprende inicialmente tres fases principales:

1. La determinación de los niveles y eficiencia de la producción, sobre disponibilidad de alimentos, sistemas de alimentación y de manejo, problemas de sanidad y sistemas de mercado, con el fin de establecer un punto básico de referencia. Tales determinaciones se harán por medio de encuestas.
2. La introducción de prácticas mejoradas diseñadas específicamente para condiciones locales con el fin de superar los factores limitantes de la producción. Aunque se aspira a obtener un "sistema integral", las prácticas mejoradas que logren desarrollarse serán introducidas gradualmente, buscando una expansión "en espiral".
3. Evaluaciones futuras del efecto logrado con los sistemas introducidos sobre la producción y los ingresos.



La producción de ganado porcino ofrece una buena oportunidad a los granjeros de subsistencia de las zonas bajas tropicales. En tales zonas, las dietas humanas son deficientes en proteínas y las fuentes de ingreso son muy escasas; estos dos factores retardan el progreso económico y social en dichas áreas.

Los datos obtenidos inicialmente indican que hay un promedio de 11 cerdos en cada granja. Generalmente, una piara incluye una marrana y 10 cerdos; la edad de éstos fluctúa entre recién nacidos y dos años; predomina el cerdo criollo (Zungo Pelado) el cual no ha tenido ningún mejoramiento. Aunque el tamaño de las camadas y la capacidad reproductiva de las hembras aparentemente son satisfactorias (aproximadamente ocho cerdos nacidos por camada), la tasa de crecimiento de los lechones es demasiado lenta. Los cerdos son llevados al mercado entre los 12 y los 18 meses de edad, cuando pesan aproximadamente 60 kilogramos.

Aparentemente, muchos factores influyen en esta baja producción; entre otros pueden mencionarse una alimentación deficiente, infestación aguda de parásitos externos e internos, potencial genético deficiente y manejo inadecuado.

Los cerdos, por lo regular, recorren extensamente el pueblo en busca de frutas caídas, lombrices, raíces, retoños de diferentes plantas, pastos y otros alimentos. Al regresar a la porqueriza se les suministra maíz desgranado; si el maíz es escaso, se les pica pequeñas cantidades de yuca o de ñame. Cuando se dispone de salvado de arroz, los campesinos lo suministran como suplemento alimenticio. El suero que se produce al elaborar queso se utiliza en algunas granjas, así como pequeñas cantidades de desperdicios de la cocina. En pocas ocasiones se suministran vitaminas, minerales y proteínas, y cuando hay disponibilidad de tales elementos su uso es muy limitado debido a que los campesinos no aprecian su valor o no pueden comprarlos por falta de recursos económicos.

En los análisis de heces y en autopsias hechas se han encontrado muchos parásitos, tales como las lombrices pulmona-

res e intestinales, coccidias, cisticercos y sarna de la piel. Muchos animales presentan un síndrome general de fatiga, acompañado de tos y flujo nasal que produce alta mortalidad cuya causa es desconocida.

La mayoría de los cerdos pertenece al tipo criollo que se caracteriza por la falta de pelo, lo cual indica poca influencia del uso de material genético mejorado.

No existe un sistema adecuado de mercadeo. Los cerdos se venden en pie a compradores ocasionales cuando el campesino necesita dinero en efectivo, sin conocer con exactitud cuál es el peso del animal ni su verdadero valor comercial.

Desarrollo institucional y adiestramiento

Ocho zootecnistas de Colombia, Ecuador, México y los Estados Unidos han recibido adiestramiento en producción e investigación porcina. Un especialista de Costa Rica está completando su tesis para obtener la maestría y otro el doctorado en zootecnia en la Universidad de Illinois, E.U.A.

El programa de adiestramiento en producción que se está diseñando constará de dos partes. Los primeros seis meses se dedicarán a impartir conocimientos básicos y a la aplicación de prácticas y métodos de producción previamente comprobados. Todos los becarios completarán este período de adiestramiento, el cual se considera adecuado para agentes de extensión y personal universitario dedicado a la enseñanza de la producción porcina. Al completar el período inicial de adiestramiento, aquellos becarios que se dediquen a la investigación en instituciones nacionales recibirán un adiestramiento adicional en diseño experimental, análisis de resultados y en la preparación de material para programas de extensión e investigación.

Los programas de adiestramiento tendrán efecto significativo si los becarios regresan a sus países a trabajar con ins-

tituciones nacionales que sean eficientes y bien organizadas. El trabajo cooperativo que se ha establecido en Ecuador con el INIAP ha tenido gran éxito. Los programas de mejoramiento porcino que operan en las Estaciones Experimentales de Santo Domingo y Santa Catalina, los cuales han alcanzado un rápido desarrollo están contribuyendo al fortalecimiento de la producción pecuaria. Dos miembros del personal encargado del programa porcino en Ecuador completarán sus estudios de maestría en los primeros meses de 1972. Se planea establecer una tercera unidad de fomento porcino en la Estación Experimental de Boliche.

En 1971 se colaboró en el desarrollo de entidades dedicadas a la investigación y adiestramiento en producción porcina en Costa Rica, Bolivia y Perú. En Bolivia, en la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria "José Benjamín Burela", en Santa Cruz, se construyen instalaciones adecuadas para la producción y enseñanza sobre porcinos. En Perú, ya se han hecho los estudios preliminares para la instalación de una unidad de investigación sobre porcinos en la Estación Experimental de IVITA, en Pucallpa. El programa, patrocinado por la Universidad de San Marcos, se iniciará en 1972. Se han continuado los estudios cooperativos con el ICA, en Colombia, sobre nutrición y mejoramiento genético.

Alimentos y sistemas de alimentación de porcinos

En el trópico hay disponibilidad de materiales de diverso tipo y calidad que pueden emplearse en la alimentación porcina. Las fuentes de energía incluyen maíz, sorgo, azúcar moreno, melaza, yuca, banano, plátano, ñame, batata, afrecho o salvado y otros residuos del pulimento del arroz. Las proyecciones sobre aumentos en la producción de arroz en un futuro cercano indican que este grano podrá ser empleado como alimento para porcinos.

Yuca. La yuca y la harina de yuca son fuentes valiosas de energía para los cerdos. Aunque se obtienen resultados satisfactorios con el suministro de yuca en la alimentación porcina, los análisis indican que la presencia o ausencia de algún factor o factores influyen en la utilización óptima de este alimento. Las fracciones de nitrógeno y de glucósidos están bajo estudio.

Investigaciones hechas por el personal del CIAT en los laboratorios de la Universidad del Valle indican que, aproximadamente un 40 por ciento del nitrógeno presente en la yuca es nitrógeno proteico y el resto no lo es. Un estudiante de Costa Rica está efectuando en la Universidad de Florida, una evaluación más detallada de la fracción de nitrógeno y continuará en 1972 los estudios de evaluación de proteína en el CIAT como proyecto de tesis.

Estudios hechos con cerdos y aves de corral señalan que al suplementar con metionina las dietas que contienen una alta proporción de yuca se mejora significativamente la eficiencia de conversión de alimentos y el crecimiento animal. Al considerar que la yuca tiene una deficiencia en metionina, sería de esperar que estos resultados no se obtuvieran puesto que otros resultados obtenidos con dietas a base de azúcar indican que el nivel de metionina en la harina de soya es adecuado para el crecimiento óptimo cuando se usa como única fuente de proteína. Sin embargo, se necesita metionina adicional para producir un mayor aumento de peso cuando la harina de yuca proveniente de la variedad Llanera se utiliza como fuente principal de energía.

La necesidad de metionina adicional puede resultar de la inactivación de la misma por el ácido cianhídrico (HCN) que contiene la yuca. Aunque no existe en la literatura ninguna referencia definitiva, se sabe que se han encontrado tiocianatos en la orina y sangre del grupo de la población que se alimenta con yuca y que el bocio se desarrolla después de períodos prolongados de consumo.

Si el bajo nivel de HCN que se encuentra en la yuca cocida se combina en el hígado con el azufre de la metionina y la cistina para formar un tiocianato, esto explicaría tanto la necesidad de metionina suplementaria como el desarrollo del bocio.

Se está estudiando la formación de tiocianatos en ratas alimentadas con altos niveles de HCN. Se están haciendo análisis de muestras de orina y de suero sanguíneo con el propósito de verificar la presencia de tiocianatos. Se está haciendo un estudio histopatológico de tejidos nervioso y tiroideo con el fin de evaluar cualquier cambio morfológico causado por la toxicidad de HCN. En este experimento se han incluido como testigo algunas dietas que tienen azúcar o yuca seca con el objeto de medir los efectos tóxicos de la yuca fresca, la cual tiene un alto nivel de HCN.

Algunos resultados preliminares indican con precisión que el consumo de yuca con niveles altos de HCN aumenta la producción de tiocianatos en las ratas. Parece que la desintoxicación de HCN ocurre principalmente en el hígado. En este órgano, el $-CN$ del ácido cianhídrico se combina con azufre y probablemente con yodo y potasio, para formar los tiocianatos. A medida que el nivel de tiocianatos aumenta en la corriente sanguínea es excretado por los riñones y aparece en la orina.

El nivel normal de excreción de tiocianatos en ratas cuyas dietas no contienen HCN es de 0.11 mg por día, aproximadamente (medido como tiocianato de potasio). En grupos similares de ratas alimentadas con harina de yuca seca, preparada con raíces de la variedad Llanera que contiene bajos niveles de HCN, la excreción fue de 0.48 mg por día. Al suministrar a las ratas yuca fresca con altos niveles de HCN, el nivel de excreción de tiocianatos aumentó a 3.70 mg o sea, ocho veces más que cuando se suministró yuca seca, y 33 veces más que al suministrar las dietas testigo, a base de sucrosa.

No se conoce aún cuál es la significación exacta de la producción de tiocianatos ni de la excreción resultante, cuando se utilizan dietas que contienen HCN. Sin embargo, con base en informes previos y en estos resultados, parece deducible que el HCN **per se** puede aumentar los requerimientos de aminoácidos que contienen azufre (metionina y cistina) en animales no rumiantes mediante la desactivación del aminoácido al combinarse con la porción sulfurada. Los tiocianatos así formados pueden interferir con la asimilación del yodo a través de la formación de compuestos yódicos y por consiguiente, juegan un papel principal en la formación del bocio.

Banano. Investigaciones efectuadas en colaboración con el INIAP, en Ecuador, han demostrado la conveniencia del empleo del banano como fuente de energía para cerdos en el período de crecimiento-acabado, de gestación y de lactancia. Aunque los bananos frescos constituyen una excelente fuente de energía para el crecimiento-acabado y durante la gestación, no pueden utilizarse eficazmente en la lactancia. En consecuencia, la harina de banano verde seco puede utilizarse para proporcionar la porción principal de la ración alimenticia. Los bananos maduros secos no se utilizan con frecuencia debido a la dificultad en el secamiento.

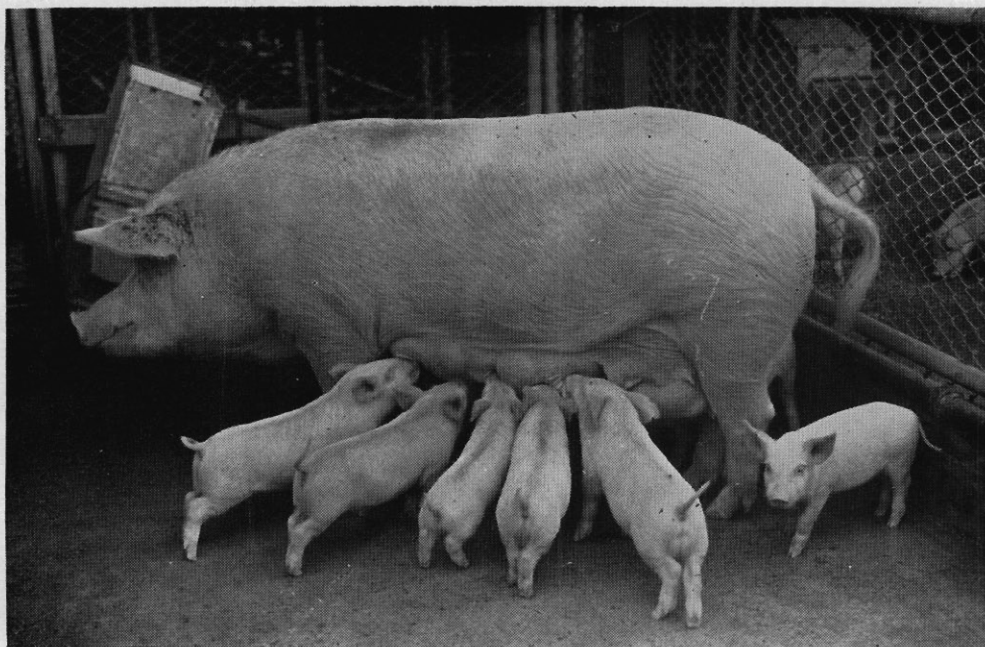
Los bananos frescos y maduros produjeron aumentos de peso más rápidos, económicos y eficientes que los verdes. Otros estudios se enfocaron hacia los factores responsables de estas diferencias en valor alimenticio debidas a diferencias en el estado de madurez. Estudios simultáneos sobre alimentación hechos por INIAP en Ecuador (Estación Experimental de Santa Catalina), demuestran que el valor alimenticio, tanto de los bananos maduros como de los verdes, es similar si el cerdo consume cantidades iguales de cada tipo. Un grupo similar de cerdos fue alimentado diariamente con cantidades iguales de bananos maduros y de verdes, conjunta-

mente con cantidades iguales de un suplemento proteico. Después de 28 días, los índices de eficiencia de conversión alimenticia y de aumento de peso en los cerdos no presentaron diferencias; por tanto, el bajo índice de comportamiento de los cerdos alimentados con banano verde en estudios previos se debió al bajo nivel de consumo, debido a que los bananos verdes son poco apetitosos.

Aparentemente, el sabor poco agradable de los bananos verdes se asocia con la presencia de taninos activos. Aunque la concentración total de tanino o "tanatos vegetales" no varía entre los bananos verdes y los maduros, el nivel de tanino activo —que le da un sabor amargo al banano— disminuye paulatinamente durante el proceso de maduración. La remoción de la cáscara en el banano verde reducirá el nivel de tanino puesto que la concentración de éste es mayor en la cáscara que en la pulpa. Sin embargo, esta operación no sería factible en una empresa comercial.

Estudios más detallados determinarán posteriormente la digestibilidad de los componentes (proteína, fibra, grasa y extracto no nitrogenado) y medirán el valor metabolizable de los bananos verdes y los maduros, tanto como fruta fresca o como harina. Un becario ecuatoriano del CIAT está obteniendo esta información como material básico para su trabajo de tesis.

Maíz. La experiencia ha demostrado el valor del maíz normal y el nivel de proteína suplementaria necesario para alcanzar el uso eficaz del mismo. Es ya conocido el hecho de que se requieren cuantiosas cantidades de proteína suplementaria para una utilización apropiada, durante todas las fases del ciclo vital del cerdo. Sin embargo, experimentos similares hechos con maíz opaco-2 han demostrado que este grano puede proporcionar proteína suficiente durante todas las fases del ciclo vital, exceptuando el pre-destete y el período de crecimiento.



Quando se combinan distintos factores como son la adecuada nutrición, el uso de buen material genético, manejo adecuado, sanidad y eficiente control de enfermedades y parásitos, se obtienen camadas grandes de cerditos sanos.

Ambos períodos requieren proteína suplementaria para el uso eficaz de las dietas a base de maíz opaco-2. Los cerdos de 22 a 25 kg de peso corporal obtienen aumentos de peso óptimos con dietas a base de maíz opaco-2 que contienen sólo un 12 por ciento de proteína; sin embargo, si el peso al destete es inferior a 18 ó 20 kg, las dietas con un 12 por ciento de proteína producen un crecimiento más lento que las dietas testigo, las cuales tienen un 16 por ciento de proteínas. Los estudios indican que las dietas a base de maíz opaco-2, con el 13 por ciento de proteína, producen aumentos de peso similares a los del testigo, pero inferiores a los obtenidos con dietas de maíz opaco-2 que contienen un 14 por ciento de proteína. Cerdos alimentados con dietas a base de maíz opaco-2 y torta de soya, que contienen un 14 por ciento de proteína, aumentaron su peso un ocho por ciento más rápidamente que aquellos alimentados con dietas de maíz normal y soya,

conteniendo un 16 por ciento de proteína.

Se está realizando un estudio piloto utilizando ratas hembras para determinar el efecto que tiene sobre el crecimiento y la reproducción y en las características de crecimiento de la progenie, el suministro a lo largo del ciclo de vida de tres dietas diferentes: maíz normal, maíz opaco-2 y una dieta testigo a base de maíz y soya. Los índices de desarrollo durante el período de crecimiento confirman algunos resultados obtenidos previamente por otros investigadores, confirmandose el hecho de que el crecimiento es lento con el maíz común, mejora con el maíz opaco-2 y es superior con un 15 por ciento de proteína en la dieta testigo.

Informaciones obtenidas hasta la fecha sobre reproducción de ratas indica que alimentadas con cualquiera de las tres dietas experimentales entran en calor y producen camadas. Cuando se uti-

lizó el maíz opaco-2 como única fuente de proteína, el apareamiento, la gestación y la obtención de camadas fueron similares a los obtenidos con las ratas que recibieron la dieta testigo (15 por ciento de proteína). Aquellas ratas alimentadas con maíz opaco-2 durante el crecimiento y el apareamiento no pudieron sostener una lactancia normal (camadas con bajo peso al destete) porque el maíz opaco-2 resultó ser nutricionalmente inadecuado.

Cuando se reemplazó el maíz opaco-2 por maíz común en las dietas, todas las hembras cumplieron su ciclo estral, fueron apareadas con resultado positivo y produjeron camadas. Sin embargo, las camadas fueron de poco peso; el número y la sobrevivencia no fueron satisfactorios.

Si se obtienen en los cerdos resultados similares a los logrados con las ratas, la utilización de maíz opaco-2 en las raciones para porcinos se verá seriamente afectada. Como se informó previamente, los resultados obtenidos en estudios efectuados en diferentes etapas del ciclo de vida del cerdo indican que el maíz opaco-2 sin otra suplementación excepto vitaminas y minerales es adecuado para los períodos de gestación, lactancia y acabado. Sin embargo, estos estudios preliminares de nutrición con ratas parecen indicar que aunque este maíz es adecuado en períodos aislados ya sea de la gestación, lactancia o acabado, puede no serlo si se usa como única fuente de proteína durante períodos continuos y consecutivos del ciclo de vida.

Los granos del maíz opaco-2, cuya característica es su poco peso y su blandura, impiden o reducen su aceptación total para el consumo humano y causan problemas de almacenamiento. Se han hecho estudios en cooperación con el programa de maíz para evaluar las selecciones cristalinas provenientes del maíz comercial opaco-2. Aunque los resultados son promisorios, se necesitará hacer estudios a largo plazo para aislar, conocer, producir y evaluar los factores hereditarios de las características cristalinas.

En colaboración con el ICA, se han evaluado biológicamente siete híbridos dobles que contienen los genes harinoso-2, o bien genes combinados de opaco-2 y de harinoso-2, y ocho líneas de harinoso-2. Hasta el momento, los resultados indican que el valor nutritivo de los cruces de harinoso-2 y algunas líneas son inferiores al de los híbridos de maíz con el gene de opaco-2.

Triticale. En colaboración con el CIMMYT de México se probaron tres líneas de triticale con el propósito de investigar su valor nutritivo y se compararon con caseína suplementada con metionina y con maíz opaco-2 producido en Colombia. Al suministrar granos de esta planta a un grupo de ratas sobre una base isométrica, el triticale con mayor contenido de proteína produjo aumentos de peso más rápidamente que el maíz opaco-2 y aumentos de peso ligeramente inferiores a aquellos producidos por la dieta testigo de caseína (con un 10 por ciento de proteína). Al compararlo sobre bases iguales de proteína, los tres triticales mostraron ser inferiores a la caseína y también inferiores a las dietas de maíz opaco-2 que contenían un poco menos de proteína. La eficacia de la utilización de proteína (PER) fue inferior en un 50 por ciento a la dieta de caseína y sólo un 69 por ciento a la del maíz opaco-2. Estos datos (Cuadro 1) indican que un kilo de triticale tiene un valor nutritivo mayor que un kilo de maíz opaco-2; sin embargo, un gramo de proteína de triticale tiene sólo un 69 por ciento del valor de un gramo de proteína de maíz opaco-2.

Caupí. Si se pretende que la producción porcina sea económicamente atractiva, factible y eficiente, deben encontrarse fuentes de proteína suplementaria. Las leguminosas de grano, aparentemente, ofrecen la oportunidad más inmediata para lograr esos objetivos, tanto para el consumo humano como para el consumo animal. Estudios básicos previos, efectuados con ratas, han demostrado que algunas leguminosas de grano proporcionan una buena cantidad

CUADRO 1. Valores proteicos del triticale*, del maíz opaco-2 y de la caseína.

Dieta	Promedio aumento diario de peso, g	Promedio de consumo diario, g	Conversión alimenticia	Indices de eficiencia de proteína
1. Testigo (caseína & metionina), 10%	3.40 ^a	8.88 ^c	2.63 ^a	3.82 ^a
2. Maíz opaco-2, 8.31%	2.21 ^c	9.80 ^b	4.42 ^d	2.74 ^b
3. Triticale-24, 10%	1.35 ^d	7.43 ^d	5.55 ^c	1.80 ^c
4. Triticale-63, 10%	1.29 ^d	7.22 ^d	5.66 ^e	1.78 ^c
5. Triticale-106, 10%	1.57 ^d	8.05 ^d	5.27 ^b	1.94 ^c
6. Triticale-24, 16.56%	3.20 ^a	10.52 ^a	3.30 ^b	1.83 ^c
7. Triticale-63, 17.71%	3.24 ^a	11.11 ^a	3.47 ^{bc}	1.63 ^c
8. Triticale-106, 14.72%	2.71 ^b	10.35 ^{ab}	3.82 ^c	1.78 ^c

* El contenido de proteína cruda analizada en estas tres líneas de triticale fue: Triticale-24: 18%; Triticale-63: 19.25% y Triticale-106: 16.0%.

de aminoácidos que se necesitan para suplementar las dietas; sin embargo, la mayoría de las leguminosas de grano tiene dos factores limitantes que se asocian con su uso como alimento para animales no rumiantes. Estos son: 1) factores inhibidores que limitan la digestibilidad y liberación de aminoácidos, en los niveles superiores del trayecto gastrointestinal y 2) un nivel deficiente de aminoácidos azufrados: metionina y cistina. Estos dos factores están interrelacionados con los inhibidores limitando la liberación y la utilización de los aminoácidos que contienen azufre.

Se están efectuando estudios para determinar los métodos de procesamiento que sean más económicos y eficientes (remojo, germinación y cocción) que han de proporcionar un producto satisfactorio. El remojo no reduce los inhibidores; la germinación parece reducir la toxicidad de los inhibidores en el caupí pero los resultados obtenidos son inconsistentes. Los granos de caupí de cabecita negra que habían sido puestos a germinar y desecados a 60°C hasta re-

ducir su contenido de humedad un 10 ó 12 por ciento, al ser suministrados a cerdos en crecimiento no mantuvieron ese crecimiento en el mismo ritmo en que lo hacían los granos de caupí que no habían sido procesados.

Sin embargo, es posible que el proceso de secamiento haya destruido algunos de los aminoácidos que contienen azufre, puesto que la adición de metionina a las dietas de caupí germinado y seco mejoró el nivel de crecimiento de los cerdos en un porcentaje mayor al obtenido con adiciones similares de metionina a las dietas de caupí crudo (Cuadro 2).

El caupí cocido proporcionó una proteína que fue bien aprovechada por el cerdo, aun cuando esta era la única fuente de proteína. Los índices de crecimiento y de conversión alimenticia en cerdos que consumieron dietas a base de caupí cocido como única fuente de proteína, fueron similares a aquellos grupos de cerdos testigos que consumieron la dieta a base de torta de soya y de maíz.

En los estudios con cerdos, el caupí proporcionó toda la proteína. Estudios preliminares hechos con ratas indican que el caupí germinado, más un suplemento de 0.05 por ciento de DL-metionina, suplementan adecuadamente las dietas a base de maíz opaco-2 y de hecho, promueven el crecimiento y la eficiencia de conversión de alimentos en forma similar a la producida por la torta de soya.

El segundo factor limitante, o sea, la deficiencia de aminoácidos azufrados, ha sido estudiado en colaboración con un candidato al doctorado en la Universidad de Purdue, que trabaja en el ICA y la Universidad del Valle. El valor nutritivo se puede determinar haciendo una selección basada en el contenido de azufre en los frijoles (*Phaseolus*). Después de hacer análisis químicos para determinar el contenido de proteína y de azufre total, se prepararon dietas a base de frijoles que contenían diferentes niveles de azufre. Cuando se suministraron estas dietas a ratas en crecimiento, no fue posible precisar con exactitud la calidad de la proteína sobre la base del contenido total de proteína y de azufre, pero sí fue posible separar aquellas de bajo valor nutritivo de las

que tienen un alto valor nutritivo. Probablemente resulte imposible hacer separaciones precisas con base en el contenido total de azufre, debido a las diferencias en proporciones entre la metionina y la cistina. Se sabe que la cistina se puede utilizar para remplazar solamente una proporción del requerimiento de metionina, aproximadamente 40 a 50 por ciento. Pero si el contenido de cistina es mayor que el de metionina, el excedente tiene poco o ningún valor para el animal.

Algunas variedades de caupí han sido analizadas para determinar su contenido de proteína cruda y de azufre. Estos análisis indican que existe un índice de variación en la proteína cruda en las 141 variedades que oscila entre el 18.70 y el 29.82 por ciento y en el contenido de azufre que se expresa como porcentaje de proteína que oscila entre 0.61 por ciento al 1.43 por ciento (Cuadro 3). Es probable que se logre obtener una variedad de caupí que proporcione aminoácidos azufrados que sean adecuados para los cerdos y para el consumo humano si se hace una selección basada en el contenido de azufre y proteína y si se determina luego su valor nutricional.

CUADRO 2. Efectos de la germinación y la cocción sobre el valor nutritivo del caupí para el período de crecimiento en los cerdos.

Tratamientos	Promedio aumento diario de peso, Kg	Promedio de consumo diario, Kg	Conversión alimenticia
1. Testigo: maíz más soya	.799 ^a	2.44 ^a	2.53 ^a
2. Caupí crudo	.551 ^{bc}	2.01 ^{bed}	3.42 ^d
3. Caupí germinado	.498 ^c	1.97 ^{cd}	3.45 ^d
4. Caupí cocido	.816 ^a	2.39 ^{ab}	2.50 ^a
5. Caupí crudo más metionina	.483 ^c	1.71 ^d	3.09 ^c
6. Caupí germinado más metionina	.649 ^b	2.03 ^{bed}	2.70 ^d
7. Caupí cocido más metionina	.815 ^a	2.28 ^{abc}	2.43 ^a

CUADRO 3. Distribución e índice de variación de los valores de proteína cruda y del azufre, en 141 variedades de caupí.

Proteína		Azufre	
Variación %	Nº	Variación (% de proteínas)	Nº
18-19	1	.60- .70	18
19-20	1	.70- .80	54
20-21	2	.80- .90	44
21-22	11	.90-1.00	17
22-23	17	1.00-1.10	6
23-24	25	1.10-1.20	0
24-25	30	1.20-1.30	1
25-26	18	1.30-1.40	0
26-27	21	1.40-1.50	1
27-28	7		
28-29	6		141
29-30	2		
	141		

Economía Agrícola

El trabajo realizado por los economistas agrícolas se ha integrado a los estudios de nutrición porcina. Se desarrolló un modelo para estimar la factibilidad económica de remplazar un alimento por otro en las dietas del ciclo de vida de los cerdos.

Se está llevando a cabo un proyecto de investigación para determinar los factores asociados con baja rentabilidad en la producción y mercadeo de cerdos, en dos regiones de Colombia. También está en progreso un estudio preliminar para determinar la factibilidad económica de la producción de cerdos en la región de Pucallpa.

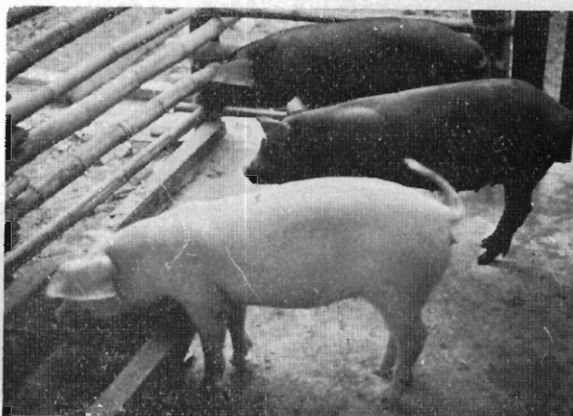
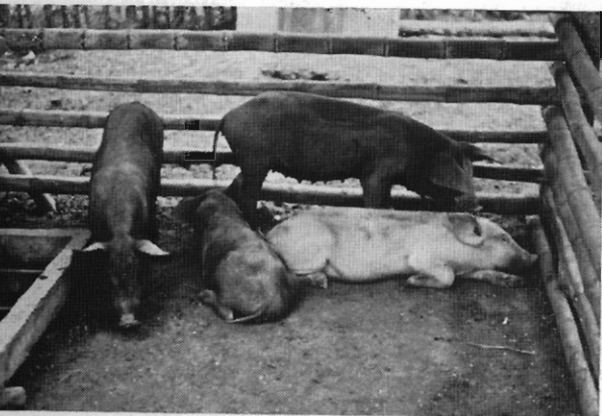
Uso de maíz opaco-2 para cerdos. Se hizo un estudio de la factibilidad económica del remplazo del maíz común por

el maíz opaco-2, en dietas a base de maíz y torta de soya, considerando diferentes precios del maíz común, del maíz opaco-2 y de la torta de soya. Se obtuvo información básica sobre nutrición animal de los estudios efectuados sobre nutrición porcina. El estudio se dividió en cuatro partes basándose en los requerimientos nutricionales de cuatro épocas dentro del ciclo vital: gestación, lactancia, crecimiento y acabado. Se desarrolló un modelo matemático con el fin de estimar los ingresos netos relativos, al utilizar dietas de maíz opaco-2 y de maíz común.

Si el precio del maíz opaco-2 es igual al del maíz común, parece rentable para el poricultor remplazar la dieta de maíz común y torta de soya por una dieta a base de maíz opaco-2 durante la gestación y lactancia, si el precio de la torta de soya es mayor que el del maíz co-



Fotos superiores, izquierda y derecha: vista de un tipo sencillo de pesebre para parición de cerdas construido con materiales autóctonos, de bajo costo, el cual podría ser utilizado en pequeñas granjas de subsistencia.



Fotos inferiores, izquierda y derecha: en las pequeñas granjas porcinas es frecuente encontrar condiciones contrastantes en cuanto al manejo de las explotaciones, al sistema de alimentación y al control de las enfermedades y de los parásitos.

mún. Si el precio de la torta de soya es un 120 por ciento de el del maíz común, también se puede usar el maíz opaco-2 durante el ciclo de acabado (50-90 kg). No parece rentable remplazar el maíz común y la torta de soya durante el ciclo de crecimiento.

El maíz opaco-2 tiene un rendimiento por hectárea de un 10 por ciento menos que el mejor híbrido común en Colombia. Suponiendo que existe un diferencial de precios de un 10 por ciento, sería rentable remplazar la dieta de maíz común y torta de soya por maíz opaco-2 durante la gestación, lactancia y acabado, siempre y cuando el precio de la torta de soya sea más de 138, 150 y 180 por ciento del precio del maíz común, respectivamente.

Se encontró que los porcicultores de América Latina que no emplean suplementos proteicos en las dietas de los cerdos, podrían aumentar las ganancias netas si remplazaran las dietas actuales por dietas de maíz opaco-2 durante todo el ciclo de vida del cerdo.

Producción porcina y mercadeo en Colombia. La demanda interna de carne en América Latina aumenta rápidamente. En muchos países, el precio de carne de cerdo es alto en comparación con el de la carne de res. La producción porcina aumenta a una tasa moderada, por tal razón, se está llevando a cabo un proyecto de investigación con el fin de determinar las causas principales de este lento aumento en producción. Este proyecto consiste en un estudio de casos, en dos regiones de Colombia: la una emplea un nivel relativamente alto de tecnología y tiene fácil acceso a un mercado principal; la otra usa tecnología inferior y su acceso a un mercado prin-

cipal se dificulta. Se está recogiendo información básica proveniente de productores y agencias de mercadeo sobre prácticas de manejo y mercadeo. Se hará un análisis económico detallado de la producción y de los sistemas de mercadeo con el fin de identificar factores de estancamiento económico y sugerir mejoras en los sistemas.

Producción porcina en la región de Pucallpa, Perú. Este estudio es una modesta contribución a los esfuerzos nacionales orientados hacia el desarrollo de la región de bosques húmedos de Perú. Los principales problemas económicos asociados con la vasta expansión de producción en la región son el alto costo del transporte y el riesgo asociado con el almacenamiento y con el transporte.

Sanidad animal

Se han identificado aisladamente muchas enfermedades y parásitos de la población porcina de América Latina, pero no se ha hecho un estudio sistemático para determinar las enfermedades que tienen incidencia económica en la región tropical. En el año 1972, el 25 por ciento del esfuerzo del programa de sanidad animal se va a dedicar a los cerdos. Se llevará a cabo una encuesta sistemática sobre las enfermedades existentes en los cerdos para determinar aquellas de incidencia económica y tomarlas como base para establecer sistemas eficaces de control.

Como parte de una tesis para doctorado, se ha iniciado un estudio sobre la fiebre aftosa, el cual tendrá una duración de un año; enfocará los aspectos patológicos de dicha enfermedad en porcinos infectados por diferentes vías.

Sistemas de Producción de Arroz



En América Latina, la adopción de las variedades de arroz de alto rendimiento (VAR) tomó proporciones muy significativas en el año 1971. México, América Central, Cuba, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú tienen más de un 25 por ciento de sus áreas arroceras sembradas con estas variedades. Aproximadamente se cultivaron unas 500.000 hectáreas, lo cual representa casi un tercio del área total excluyendo a Brasil, en donde la adopción ha sido mínima.

La variedad más utilizada ha sido IR8. En Colombia, el área sembrada con IR8 aumentó de 0,5 por ciento en la segunda cosecha de 1968, a 37,5 por ciento en la segunda cosecha de 1970. En Costa Rica, que tiene un 70 por ciento del área arroceras sembrada con dicha variedad, se presentó una grave epidemia de añublo en 1970, hecho que ilustra los peligros de la vulnerabilidad genética cuando se cultivan áreas extensas con una sola variedad o con variedades afines.

Los rendimientos han aumentado paralelamente a la adopción de IR8. En las áreas irrigadas de Colombia, los rendimientos han aumentado de 3 ton/ha en 1966 a 4,9 ton/ha en 1970. Como resultado de este aumento en producción, el área de arrozales irrigados ha permanecido constante, mientras que el área de arroz de secano disminuye rápidamente.

VARIEDADES CICA 4 E IR22

La variedad CICA 4, desarrollada cooperativamente por el CIAT y el ICA, se hizo disponible al uso comercial en 1971 al igual que la IR22, la cual fue producida, denominada y distribuida por IIRI en 1969 (en el informe del CIAT de 1970 se incluyen las descripciones de CICA 4 e IR22). En Colombia, durante la primera cosecha de 1971, el ICA proporcionó semilla para la siembra en granjas particulares en una extensión de 350 hectáreas con la variedad CICA 4 y 250 hectáreas de IR22. Los informes disponibles indican que CICA 4 tuvo un promedio de 7,0 ton/ha e IR22, aproximadamente, 6,5 ton/ha en granjas localizadas en diferentes áreas del país. El rendimiento de estos campos productores de semilla es suficiente para sembrar, aproximadamente 30.000 hectáreas hacia finales de 1971 y principios de 1972.

El CIAT distribuyó 6,3 toneladas de semilla de CICA 4 en Colombia, en su mayoría, en lotes de 100 kilos, con el propósito de hacer una evaluación más exacta de su habilidad de rendimiento, en aquellas áreas no comprendidas en el programa de multiplicación de semilla del ICA. De esa cantidad de semilla de CICA 4, 1.400 kg fueron donados al ICA para su distribución a los agricultores de secano y de ciertas áreas marginadas.

Igualmente, el CIAT distribuyó 3.600 kg de IR22 en Colombia. Los rendimientos de esta semilla proporcionada por el CIAT fueron similares a los anotados anteriormente.

Además, el CIAT envió 4.769 kg de CICA 4 y 1.965 de IR22 a 34 países; casi todos estos despachos de semilla se hicieron a países de América Latina. Las solicitudes de semilla por uno a cinco kilos fueron enviadas al solicitante sin costo alguno. Los embarques mayores, hasta un máximo de 300 kilos, fueron enviados al cobro como carga aérea, sin agregar el valor de la semilla. Hasta el momento, los pocos datos que se han recibido, referentes a los resultados obtenidos con estas variedades en otros países, confirman los resultados de los ensayos realizados en Colombia.

La variedad CICA 4 ha sido multiplicada en gran escala en Ecuador para ser distribuida localmente; en esa nación se le denomina INIAP 6. En la República Dominicana se le conoce con el nombre de Avance 72. La variedad IR22 se red denominó INIAP 2 en Ecuador. El Programa Nacional de Arroz, en Perú, está actualmente multiplicando la variedad Nylamp, seleccionada de una población segregante proporcionada por el CIAT. El Nylamp proviene del mismo cruce de CICA 4 siendo las dos variedades muy similares. En 1972 se distribuirá semilla de Nylamp a los agricultores peruanos en escala de bastante amplitud.

La multiplicación y prueba masiva de las variedades CICA 4 e IR22 lograda en 1971, permitió hacer una apreciación más detallada de sus ventajas y de sus desventajas. En América Central la variedad IR22 y una selección afín fueron seriamente afectadas por el añublo. La variedad CICA 4 mantuvo su resistencia durante este año pero es probable que en un futuro sea susceptible. La apariencia del grano de IR22 es ampliamente aceptada por el mercado latinoamericano y es un poco mejor que la de la variedad CICA 4. Ambas satisfacen la demanda local por su calidad de cocción. CICA 4 tolera temperaturas moderadamente bajas, lo cual no sucede con IR22.

La variedad CICA 4 se desempeña bien bajo condiciones de secano si las características de precipitación pluvial no son críticamente limitantes. Ambas variedades son moderadamente susceptibles al desgraneamiento, por tal razón, se recomienda a los agricultores que reduzcan la velocidad del molinete de la cosechadora y recojan el grano cuando el contenido de humedad sea mayor que el 22 por ciento. Estas dos variedades alcanzarán importancia en aquellas áreas en las cuales han sido cuidadosamente probadas, pero se consideran como de valor transitorio y remplazables en el futuro por material nuevo y superior.

SEMINARIO SOBRE POLITICAS ARROCERAS EN AMERICA LATINA

Del 10 al 14 de octubre de 1971 se reunieron en Cali, Colombia, aproximadamente 200 representantes procedentes de 23 países productores de arroz, con el propósito de analizar las conveniencias y los problemas ocasionados por la introducción en América Latina de nuevas variedades de arroz con capacidad de alto rendimiento.

Algunas de estas nuevas variedades han surgido de programas nacionales mientras que otras, tales como CICA 4 e IR22, se produjeron a través de esfuerzos cooperativos del International Rice Research Institute (IRRI), el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Instituto Colombiano Agropecuario.

Se considera como un índice favorable del creciente interés en el cultivo de arroz en América Latina el hecho de que casi un 80 por ciento de los participantes de este seminario viajaron a Cali por sus propios medios o bien, auspiciados por sus respectivas organizaciones.

Inicialmente, los participantes recibieron información acerca de las nuevas variedades de arroz y de las condiciones necesarias para obtener una buena producción; luego, se discutieron las posibles implicaciones económicas que podría causar un inesperado aumento



Algunos de los asistentes al Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina, observan diferentes variedades de arroz sembradas en parcelas experimentales en la sede de CIAT.

en la producción arroceras. Los participantes fueron distribuidos en pequeños grupos de discusión, los cuales analizaron diferentes factores involucrados en la producción de arroz, el mercadeo e índices de consumo en los países latinoamericanos. Se exploraron las posibles consecuencias de implantar diferentes políticas arroceras y se identificaron factores que deben ser investigados más a fondo, después del regreso de los participantes a sus respectivos países.

El objetivo básico de este seminario fue el de ampliar el horizonte de aquellas personas que tienen capacidad y autoridad de tomar decisiones, con el fin de que puedan establecer políticas nacionales sobre producción arroceras que resulten más convenientes para el desenvolvimiento agrícola de las naciones que enviaron participantes a este seminario.

Más específicamente, se trataba de señalar o sugerir pautas por las cuales puedan lograrse aumentos significativos en la productividad de arroz y en forma tal, que beneficien al mayor número posible de personas, en términos de ingresos netos más amplios, mejor distribución del ingreso, y mejores dietas para las poblaciones urbanas y rurales.

La dieta típica en América Latina es relativamente alta en calorías pero baja en proteínas, primordialmente en aquellas de buena calidad. Aunque el arroz tiene un total de proteínas que es inferior al de los otros dos granos que tienen importancia básica en la alimentación humana, o sea el maíz y el trigo, la calidad de su proteína es excelente. Por tal razón, se podría mejorar notoriamente la nutrición si fuese posible sustituir por arroz en la dieta algunos

alimentos, como el plátano y la yuca, que son de amplio consumo en grupos humanos de bajos recursos pero cuya calidad y cantidad de proteína es deficiente, por otras dietas elaboradas con una alta proporción de arroz, que suministrarían suficientes proteínas tanto para los adultos como para los niños. Por consiguiente, en términos de nutrición y bienestar humanos, **el aumento en la producción de arroz jugaría un papel vital en el esquema alimenticio de América Latina.**

Las experiencias adquiridas en Asia y América Central indican claramente que la obtención de máximos beneficios a través de la introducción de nuevas variedades de tallo corto y alto rendimiento, depende del establecimiento de programas de acción que abarquen diferentes frentes y que sean bien coordinados y estructurados. Para la mejor comprensión de este hecho, posiblemente, sería conveniente considerar los varios pasos que se tomaron en aquellos países que tuvieron éxito con sus respectivos

programas arroceros. En términos generales, un programa de esta naturaleza, en un determinado país, requiere como mínimo los pasos detallados a continuación aunque, en algunos países, será necesario adicionar otros debido a circunstancias especiales:

1. Para que un programa nacional pueda obtener los beneficios de un aumento de producción y de una reducción de costos, será necesario proporcionar a los cultivadores de arroz cantidades suficientes de semilla de aquellas variedades con adaptación local, adopción de prácticas agrícolas adecuadas y empleo de insumos básicos. Es indispensable tomar los pasos necesarios para lograr la multiplicación y distribución de semilla de alta calidad; en algunos casos, esta función puede delegarse a la empresa privada; en otros, resulta más conveniente combinar la acción del gobierno con la de la empresa privada.

2. Junto con las variedades mejoradas adaptadas, se debe proporcionar información técnica sobre el cultivo de las nuevas variedades, si es que se espera desarrollar todo su potencial. Esto necesitará la acción de un grupo de especialistas en el cultivo de arroz altamente competente. Sus servicios tendrán que combinarse con existencias adecuadas de insumos, tales como fertilizantes, productos químicos y maquinaria agrícola. Estos insumos deben ponerse a disposición de todos los productores, a precios razonables, en cantidades suficientes y en el momento y lugar apropiados. Pero los beneficios concomitantes del aumento de la producción dependen de un sistema apropiado de mercadeo que incluye dos tipos de componentes esenciales: los físicos y los financieros. Entre los primeros: facilidades adecuadas de transporte entre la granja, el molino y la bodega y, finalmente, el mercado. Existe la necesidad de equipo adecuado para secamiento, almacenaje y facilidades de molienda. Estos elementos indispensables determinarán la calidad final del arroz que se ofrecerá en el mercado. El deterioro y las pérdidas de grano ocurrirán si las facilidades de secamiento y

El dique de irrigación divide los lotes sembrados con las variedades IR22 (izquierda) y CICA 4 (derecha) en los cuales se estudia la aplicación de nitrógeno.



de almacenaje no son adecuadas. Para obtener un alto porcentaje de grano largo entero durante la molienda es necesario utilizar un equipo moderno, bien operado y con buen mantenimiento.

3. Con anterioridad a la producción de arroz, será necesario tomar decisiones en cuanto a la utilización final del grano que va a cosecharse. Algunos países de América Latina podrán mantener sus índices de exportación de arroz y otros podrán ingresar al mercado mundial de exportación si siguen una política firme que sea conducente a la producción de arroz de buena calidad y a bajo costo. Sin embargo, las tendencias actuales en cuanto a producción indican que esto será muy difícil de lograr debido a la baja en los precios mundiales que se espera que ocurra como resultado del aumento de la producción de las naciones exportadoras y al autoabastecimiento de los países importadores. En consecuencia, puede esperarse que cada país latinoamericano consumidor de arroz produzca solamente para su consumo interno.

FITOMEJORAMIENTO

Cruzamientos. En 1971 se llevó a cabo un total de 69 cruzamientos nuevos, aumentando el total a 581 a partir del año 1967. En los cruzamientos efectuados en 1970 se utilizaron las variedades Tetep, Mamoriaka, C46-15 y Dissi Hatif, por lo cual se supone que se ha desarrollado una resistencia al añublo en tales cruces. Treinta y tres de estos nuevos cruzamientos en que se han utilizado estos progenitores, se retrocruzaron con el progenitor de alta calidad y de tallo corto (enano) con lo cual se obtuvo un total de 2.667 plantas F_1 . Otros cruzamientos utilizando material F_1 (enano x enano) x progenitores resistentes al añublo, produjeron 3.470 semillas F_1 . El programa de cruzamiento se concentra en la resistencia al añublo, después de que cruces anteriores habían proporcionado suficiente material segregante con relación a tipo superior de planta, buenas características de grano y resistencia a **Sogata**.

Viveros. En 1970 se hicieron siembras de material para utilizar en programas de mejoramiento genético en el Centro Experimental del ICA en Palmira, en los meses de abril, mayo, julio, agosto, noviembre y diciembre. Estas siembras incluyeron más de 17.000 surcos de progenie (F_3 a F_8) los cuales fueron sometidos a evaluación para observar características de la planta y del grano.

Se sembraron y seleccionaron 11 poblaciones F_2 de cruce simple con 4.000 a 8.000 plantas cada una. Estas poblaciones provenían de cruzamientos hechos entre variedades enanas de alta calidad y las mencionadas anteriormente como resistentes al añublo.

Se evaluó un vivero de material F_3 proveniente de cruzamientos de variedades enanas y Colombia 1, la cual es una variedad local que ha mantenido su resistencia al añublo en cientos de ensayos, con el fin de observar su resistencia al añublo, así como también su característica de tallo corto y de grano aceptable. En esta población se encontraron muy pocas plantas útiles. Los mismos cruces simples fueron retrocruzados con el progenitor de tallo corto, siendo evaluados en 1.010 familias F_2 con 200 plantas cada una. Aproximadamente, un 50 por ciento de las familias mostraron susceptibilidad al añublo y por tanto, fueron descartadas. El otro 50 por ciento, el cual mostraba resistencia heredada al añublo, presentó una excelente combinación de resistencia, tipo de planta y calidad del cual se obtuvo, aproximadamente, unas 7.000 selecciones.

Este material F_3 parece ser tan promisorio que se enviaron lotes de semilla a siete localidades en seis países, para hacer selecciones locales y evaluaciones. La observación de que los cruces simples no constituyeron líneas F_3 que fueran útiles, en tanto que los retrocruces con el progenitor enano produjeron excelentes segregantes F_2 , demuestra la necesidad de concentrar la atención en las características de tallo corto y de eliminar rápidamente las plantas con características no deseables de planta y de gra-



Algunas nuevas selecciones de arroz, a las cuales se han incorporado características agronómicas deseables, son comparadas con la variedad Bluebonnet 50, la cual es tradicional en muchas áreas arroceras de América Latina.

no de los progenitores resistentes al añublo.

Un número de excelentes líneas F_6 provenientes de cruces IR930, IR579, IR532 e IR622, combinan todas las características deseables con excepción de la de resistencia al añublo. Aproximadamente, 360 de estas líneas se sembraron simultáneamente en surcos con poblaciones F_6 y en parcelas de observación. Este mismo material fue enviado a otros países para hacer evaluaciones más amplias. Se espera que una o más de estas líneas se convierta en una variedad con denominación propia que constituya un avance logrado sobre las variedades IR8, IR22 y CICA 4. Es urgente el desarrollo de una gama de variedades mejoradas aunque todas sean potencialmente susceptibles al añublo. Hasta que se logre incorporar una resistencia general al añublo en el material genético superior

que sirve actualmente como base varietal, los agricultores deben tener a su disposición, para escoger, un grupo de esas variedades potencialmente susceptibles ya que el organismo del añublo se adaptará cada vez más a las variedades existentes.

En resumen, casi todo el material en el programa es enano (de tallo corto), tiene excelentes calidades de molienda y de cocción, es de madurez precoz y presenta una buena resistencia a **Sogata**. La obtención de resistencia al añublo es actualmente el objetivo primordial del programa; este sigue siendo uno de los problemas más difíciles en el mejoramiento genético. Los materiales F_2 y F_3 que parezcan prometedores, deben ser observados rigurosamente durante varias generaciones antes de presentar conclusiones definitivas.

Ensayos de rendimiento. Se sometió a evaluación en el mes de junio un total de 119 líneas. Estas incluyeron selecciones de los primeros cruces hechos en Palmira y varias selecciones provenientes del IRR1. Muchas parcelas dieron un rendimiento entre 6 y 9 ton/ha mientras que las variedades locales produjeron de 2 a 4 ton/ha. Sin embargo, la mayoría de este material tiene un grano poco aceptable o madurez tardía; por esta razón, se conservaron solamente 26 de estas líneas. En diciembre, estas 26 líneas se introdujeron en un ensayo que incluyó 390 líneas, muchas de las cuales tenían características notables.

El Informe Anual del CIAT de 1970 presentó los rendimientos preliminares de las selecciones IR665-23-3-1-1B, que se hicieron en Palmira. La semilla de plantas seleccionadas fue procesada en un

molino de prueba; en esta forma se comprobó que la semilla de 120 plantas sufrió un mínimo de quebrantamiento del grano. La semilla de estas plantas fue multiplicada; de 80 surcos cosechados, 20 selecciones presentaron una oscilación entre el 51 y el 62 por ciento de arroz de primera en comparación con un 37 por ciento de la variedad original y un 52 por ciento de la variedad Bluebonnet 50. Estas 20 selecciones fueron resembradas en parcelas de multiplicación en el mes de noviembre con el propósito de aumentar rápidamente la disponibilidad de semilla. Aquellas selecciones que presenten mayor uniformidad y más alto índice de recuperación en la molienda, serán reunidas en muestras a granel en el próximo año, a fin de hacer una evaluación amplia que incluya varios países.

Aplicación de urea al voleo en un lote de arroz sembrado con la variedad CICA 4.



AGRONOMIA

Los objetivos principales que persiguen los experimentos agronómicos que se hicieron en 1971, fueron los siguientes:

1. Mayor eficiencia lograda con la fertilización nitrogenada a través del estudio de niveles y de épocas de aplicación.
2. Mayor respuesta de la fertilización nitrogenada a través de un mejor manejo de las prácticas de riego.
3. Evaluación de nuevas variedades y de material genético prometedor en comparación con las variedades tradicionales.

Fue necesario agregar un cuarto objetivo en vista de que las plantas incluidas en los experimentos mostraron síntomas de deficiencia de zinc:

4. Determinación de las mejores fuentes, dosis y métodos de aplicación de zinc, para mejorar los rendimientos de arroz.

Intensidad y época de aplicación del nitrógeno

Dos experimentos, en los cuales se utilizaron las variedades CICA 4 e IR22, mostraron deficiencia de zinc, la cual no pudo ser totalmente controlada mediante aspersión foliar o por aplicación al suelo de pequeñas cantidades de sulfato de zinc. El experimento con CICA 4 fue seriamente afectado y hubo necesidad de descartarlo. Los resultados obtenidos en el experimento con IR22 demostraron que hubo una ligera respuesta al nitrógeno. Cincuenta kg N/ha, aplicados 25 días después de la siembra, produjeron prácticamente el mismo rendimiento que cuando se utilizaron cantidades mayores distribuidas en una, dos o tres aplicaciones. Aparentemente, los suelos de la sede del CIAT tienen la capacidad de proporcionar la mayor parte de los requerimientos de nitrógeno de las plantas.

Efecto del manejo de las aguas sobre la respuesta del nitrógeno

En un experimento hecho en un terreno bien drenado, se demoró la operación de riego de 0 a 9 días después de la aplicación de 100 kg de N/ha. Los resultados aparecen en el Cuadro 1.

Esta información indica que la inundación demorada produjo pérdidas de nitrógeno y que los rendimientos más altos se obtuvieron al inundar los terrenos inmediatamente después de la aplicación de nitrógeno.

Prueba de variedades

Las variedades CICA 4 e IR22 se compararon con las variedades tradicionales que se cultivan en Colombia y en otros países de Centro y Sur América. Se incluyeron en el experimento algunas nuevas líneas genéticas que parecen ser prometedoras con el propósito de proporcionar información comparativa en cuanto a su valor potencial como variedades futuras.

En un período de dos años, la variedad CICA 4 produjo rendimientos mayores que cualquiera de las ya conocidas comercialmente. IR22 produjo aproximadamente el 77 por ciento del rendimiento de IR8. Estas 2 variedades produjeron de 2 a 2.5 veces el rendimiento de las variedades Bluebonnet 50 y Starbonnet.

En relación con las líneas genéticas, los rendimientos mayores se obtuvieron con las selecciones IR841-63-5-1B. En algunos casos, los rendimientos fueron

CUADRO 1. Efectos de la demora en el riego después de la fertilización, sobre la respuesta de nitrógeno.

Manejo del agua en relación con aplicaciones de nitrógeno	Rendimiento kg/ha
Inundado el mismo día	7.350
Inundado a los 3 días	6.726
Inundado a los 6 días	6.289
Inundado a los 9 días	5.940

CUADRO 2. Disponibilidad de zinc a diferente profundidad del suelo en muestras tomadas en la sede del CIAT.

Profundidad del suelo	pH	Zinc disponible ppm *
0 - 10 cm	8.1	1.4
10 - 20 cm	8.1	1.0
0 - 20 cm	8.1	1.4

* Extracción hecha con solución EDTA $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

de 700 a 800 kg/ha sobre los rendimientos de CICA 4. Durante este período, la línea IR665-23-3-1-1B produjo rendimientos un poco mayores que IR8. En los ensayos de 1971, fue necesario tratar todas las variedades con zinc con el fin de obtener un crecimiento normal de las plantas. A pesar de que se hicieron varias aplicaciones de zinc, las variedades Bluebonnet 50 y Starbonnet mostraron síntomas de deficiencia durante su período de crecimiento.

Deficiencias de zinc

En todos los ensayos efectuados en 1971 que incluían pruebas varietales y de fertilización, se presentaron síntomas de deficiencias de zinc. En algunos casos, con plantas de 20 a 30 días, los efectos fueron de tal magnitud que éstas sufrieron una marchitez total.

En una serie de experimentos se estudiaron las fuentes de zinc y los métodos y dosis de aplicación. También se hicieron algunas evaluaciones sobre la tolerancia de las variedades a la baja dis-

ponibilidad de zinc en los suelos. Se enviaron muestras de suelo al IRRRI para ser analizadas; también se envió una serie de muestras foliares a los laboratorios de la Tennessee Valley Authority (TVA). Los resultados analíticos obtenidos con estas muestras se presentan en los Cuadros 2 y 3.

Los análisis químicos muestran que tales suelos tenían un bajo contenido de zinc en las dos profundidades estudiadas y que la muestra de subsuelo era aún más deficiente que las de la superficie. Los síntomas de deficiencia de zinc fueron más evidentes cuando la superficie del suelo había sido removida por nivelaciones o por construcción de diques para anegado del terreno.

Los valores de contenido de zinc, en el Cuadro 3, parecen estar correlacionados con otros valores que aparecen en la literatura. Las plantas normales tenían un contenido de zinc de 38 ppm en comparación con 14 y 17 ppm en plantas que muestran síntomas de deficiencia de zinc.

En un experimento se comparó el efecto de la fertilización con sulfato de amonio y con urea (200 kg N/ha), bajo diferentes niveles de óxido de zinc. Los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Los resultados indican que no hubo diferencia entre las dos fuentes de nitrógeno y que los rendimientos fueron mayores en tratamientos que recibieron niveles más altos de zinc. Sin embargo, los incrementos obtenidos por unidad adicional de zinc fueron más bajos al

CUADRO 3. Contenido de nutrientes en las hojas de CICA 4.*

Condición de la hoja	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm	P porcentaje
Ligera deficiencia de Zn	14	78	406	0.127
Hojas sanas procedentes de plantas con deficiencia de Zn	22	79	198	0.266
Deficiencias severas de Zn	17	127	277	0.236
Hojas sanas de plantas normales	38	71	516	0.165

* Desecadas hasta convertirse en ceniza a una temperatura de 475°C (Cortesía de TVA).

CUADRO 4. Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el requerimiento de zinc, en la variedad CICA 4.

Nivel de aplicación de zinc	Sulfato de Amonio*	Urea*	Promedio
0	5.267	5.907	5.587
15	6.593	6.397	6.495
30	7.481	7.161	7.321
45	7.984	8.260	8.122
60	8.638	8.790	8.724
120	9.128	9.734	9.431
Promedio	7.515	7.541	

* 200 kg N/ha.

aplicar niveles mayores, en comparación con la aplicación de niveles menores (Figura 1).

En dos experimentos diferentes se aplicaron tres fuentes de zinc; óxido de zinc, sulfato de zinc y poliflavonoide de zinc, empleando 8, 16 y 32 kg/ha de zinc. En uno de los experimentos, el zinc se incorporó al suelo antes de hacer el transplante; en el otro, el zinc se aplicó por medio del agua al presentarse en las plantas los síntomas de deficiencias de zinc. Los resultados de estos dos experimentos se presentan conjuntamente en el Cuadro 5 y en la Figura 2.

Estos tres materiales son buenas fuentes de zinc; se comprobó muy poca diferencia en su efecto sobre el rendimiento en grano. Cuando se incorporaron al suelo, la mayor porción del aumento en el rendimiento se obtuvo con aplicaciones de zinc al nivel de 8 kg/ha; sin embargo, el rendimiento más alto se produjo con la aplicación de 32 kg/ha.

Quando se aplicó zinc por medio del agua, tan pronto aparecieron los primeros síntomas de deficiencia o sea, a los 15 ó 20 días después del transplante, se obtuvo una respuesta casi lineal. Los incrementos obtenidos en rendimiento fueron aproximadamente de un 50 por ciento de los logrados en el experimento en el cual el zinc se incorporó al suelo antes del transplante. Estas diferencias se deben, en parte, a las desigualdades en época y método de aplicación.

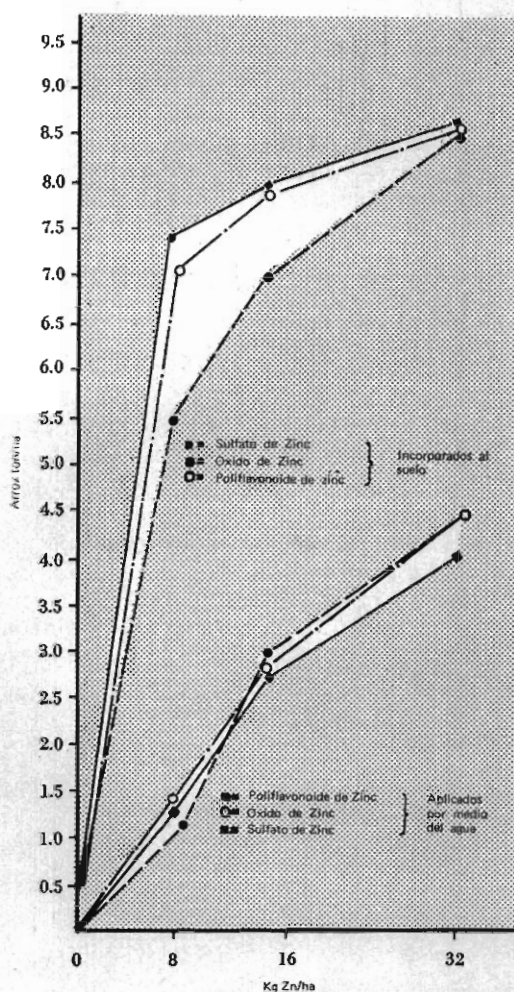


FIGURA 1



A ambos lados de una parcela testigo, dos parcelas de arroz, muestran un notorio efecto estimulante después de haber aplicado zinc al suelo.

En otro experimento, las raíces de las plantas fueron sumergidas en soluciones de sulfato de zinc con concentraciones de 1, 2 y 4 por ciento, por períodos de 1, 2 y 4 minutos, antes del transplante. Aunque estos tratamientos tuvieron una

buena respuesta en cuanto a desarrollo en las 6 ó 7 semanas iniciales de crecimiento, aun los tratamientos más altos en zinc resultaron insuficientes produciéndose muy poco o ningún grano en las espigas.

CUADRO 5. Efecto de los niveles, métodos de aplicación y fuentes de zinc sobre el rendimiento de la variedad CICA 4.

Fuente de zinc	Nivel de aplicación de zinc (kg/ha)	Rendimiento en grano	
		Zinc incorporado al suelo antes de efectuar el transplante (kg/ha)	Aplicado por medio del agua (kg/ha)
Testigo	0	368	0
Oxido de zinc	8	5.484	1.243
Oxido de zinc	16	6.934	2.810
Oxido de zinc	32	8.456	4.337
Sulfato de zinc	8	7.310	1.345
Sulfato de zinc	16	7.964	3.527
Sulfato de zinc	32	8.595	3.935
Poliflavonoide de zinc	8	7.043	1.419
Poliflavonoide de zinc	16	7.858	2.690
Poliflavonoide de zinc	32	8.502	4.474

También, se hicieron aplicaciones foliares empleando 0.25 por ciento de Zineb, 0.5 por ciento de sulfato de zinc y 1 por ciento de poliflavonoide de zinc. Pareciera que el sulfato de zinc y el poliflavonoide de zinc son las mejores fuentes del elemento, pero se requirió un mínimo de cinco aplicaciones.

El material denominado Agrimins (con un contenido de zinc de 0.8 a 1.0 por ciento) fue también ensayado como fuente del elemento. Los resultados obtenidos señalan que las aplicaciones hasta de 150 kg/ha de dicho material no corrigen en estos suelos la deficiencia de zinc.

En términos generales, los altos niveles de nitrógeno acentuaron la carencia de zinc y en algunos casos los rendi-

mientos resultaron nulos cuando no se aplicó este elemento. El zinc, aplicado solo, aumentó los rendimientos, pero, para obtener rendimientos altos fue necesario aplicar zinc y nitrógeno.

Se hizo una evaluación de la tolerancia de las variedades a los bajos niveles de zinc en el suelo. Los resultados se presentan en el Cuadro 6.

Las variedades Colombia 1 e ICA 10 fueron seleccionadas por el Instituto Colombiano Agropecuario en el Centro Experimental de Palmira, cuyos suelos son muy similares a aquellos de la sede del CIAT. Su tolerancia a los bajos niveles de zinc, probablemente, fue un factor indeterminado que influyó en su selección.



En un experimento en el cual se aplicó zinc, las plantas de arroz de las parcelas testigo murieron a las dos o tres semanas después de haber hecho el trasplante.

CUADRO 6. Tolerancia o susceptibilidad de diferentes variedades a la baja disponibilidad de zinc en los suelos.

Variedad	Clasificación	
	A los 30 días	A los 60 días
Colombia 1	Altamente tolerante	Altamente tolerante
ICA 10	Altamente tolerante	Altamente tolerante
Starbonnet	Susceptible	Susceptible
Bluebelle	Las plantas murieron	—
Bluebonnet 50	Muy susceptible	Altamente susceptible
R665-23-3-1-1B	Susceptible	Susceptible
IR8	Susceptible	Muy susceptible
IR22	Susceptible	Muy susceptible
CICA 4	Susceptible	Muy susceptible

FITOPATOLOGIA

En la producción de arroz en el Continente Americano, la enfermedad conocida como añublo o bruzone es uno de los factores más limitantes. La mayoría de las investigaciones se concentran en la búsqueda de un control adecuado para dicha enfermedad.

El añublo

El agente causal del añublo es el hongo *Pyricularia oryzae*, el cual es muy variable. Por regla general, produce nuevas razas antes de que el fitomejorador pueda desarrollar variedades con resistencia vertical. Para su control se siguieron dos líneas principales de acción: una, la de cooperar con el programa de fitomejoramiento para encontrar variedades con "resistencia parcial" que presenten una resistencia general a las razas actuales y futuras del patógeno, y la otra, hallar una forma eficiente de controlar la enfermedad por medios químicos.

RESISTENCIA PARCIAL

En el mes de abril de 1969, en los Llanos Orientales de Colombia, en donde la enfermedad es endémica y epifitótica, se ensayaron 1.190 variedades que habían sido seleccionadas para obtener resistencia (con lesiones tipo 1 a 4) en

varios países. Después de hacer 23 ensayos en dicha localidad, 3 más en Montería (Departamento de Córdoba, Colombia) y uno en la Selva (Perú), sólo 210 mantuvieron su resistencia. Algunas de dichas variedades —Tetep, C46-15, Mamoriaka, Carreon, Colombia 1, Colombia 2, Colombia 3, Milagrosa, R-67, Dissi Hatif, Perola e Iaca Escuro— presentaron un amplio espectro de resistencia al *P. oryzae*.

NATURALEZA DE LA RESISTENCIA PARCIAL AL *Pyricularia oryzae*

Estudios de laboratorio e invernadero efectuados con variedades susceptibles, intermedias y resistentes, y con razas de alta virulencia y procedentes de Brasil, Colombia y Perú, indicaron que el tipo de lesión, su color, tamaño y número de conidias producidas por lesión, constituyen factores importantes en la determinación de la resistencia parcial al *P. oryzae*. Algunas variedades susceptibles mostraron mayor número de lesiones y mayor tamaño (tipo 4). La esporulación se produjo en un menor tiempo y el número de esporas obtenido fue apreciablemente mayor. Las variedades intermedias, en algunos casos, presentaron lesiones del tipo 3 pero produjeron más conidias. Esto implica que el tamaño de la lesión no es el único factor que controla la resistencia. Epifitológicamente, aquellas lesiones exten-



Un investigador del CIAT (izquierda) y un técnico visitante examinan lesiones causadas por *Pyricularia* en las hojas de arroz. Al fondo, algunas parcelas de un experimento para estudiar el control del añublo mediante el uso de fungicidas.

sas que producen pocas conidias pueden ser más importantes que las lesiones pequeñas, pero productoras activas de conidias. En términos generales, las lesiones de tipo 3 produjeron menos conidias que las del tipo 4.

La esporulación fue mayor en el invernadero que en el laboratorio. Las hojas tomaron una coloración amarilla y se secaron en un período de cinco días; quizás esta sea la razón por la cual se observó un número menor de conidias en el laboratorio. En las variedades susceptibles, el tiempo transcurrido entre la inoculación y la esporulación, fue menor que en las variedades intermedias. Sin embargo, la diferencia de tiempo no fue significativa. En general, las lesiones de tipo 3 produjeron más conidias que las del tipo 2, pero en algunos casos ais-

lados se presentó alta esporulación en las lesiones del tipo 2.

La descarga diaria de las conidias fue diferente en las variedades susceptibles y en las intermedias. En las variedades Fanny y Bluebonnet 50, ambas con lesiones de tipo 4, se presentó una esporulación muy alta durante los primeros días. Las lesiones tipo 4 de Iaca Escuro produjeron consistentemente pocas conidias, lo cual es un factor epifitológico importante en el desarrollo de la enfermedad. La variedad Colombia 3 presentó lesiones tipo 3 pero éstas produjeron más conidias después del quinto día. Este tipo de descarga tardía, combinado con la resistencia parcial del arroz al *P. oryzae*, puede ser un factor importante para integrar con un eficiente control químico.

CORRELACIÓN ENTRE LA INFECCIÓN DE LA HOJA Y LA PUDRICIÓN DEL CUELLO

En términos generales, se ha observado que las panículas son más susceptibles que las hojas. El método de selección que se ha establecido se basa en la infección foliar de las plántulas entre los 30 y 35 días después de la siembra, bajo condiciones naturales, en áreas epifitóticas. La selección de líneas para obtener resistencia depende de una correlación positiva entre la susceptibilidad o resistencia en estado foliar y en la panícula al *P. oryzae*.

Plantas de variedades susceptibles, intermedias y resistentes fueron inoculadas con cuatro razas del hongo, a los 15, 30 y 45 días y durante el periodo de "embuchamiento", utilizando para ello una concentración de un mínimo de 40 conidias por campo microscópico de 100 X. Los resultados indican que las variedades resistentes y las altamente susceptibles presentaron reacciones uniformes en las varias etapas del crecimiento. Algunas variedades, como Nahng Mon, S-4 e IR8, las cuales —en varias localidades y bajo condiciones de campo— se muestran susceptibles a varias razas, se manifestaron resistentes en la etapa de plántula a las cuatro razas pero susceptibles a la pudrición del cuello causada por dos de estas razas.

Lo anterior indica que algunos cultivos no son patogénicos para las hojas en estado de plántula pero pueden infectar las panículas bajo condiciones de invernadero. Las dos mencionadas variedades han mostrado consistentemente resistencia a las cuatro razas inoculadas en el estado de plántula. Se han establecido experimentos de campo que incluyen un gran número de variedades con el fin de estudiar más a fondo esta importante correlación.

RAZAS DE *P. oryzae* EN AMÉRICA LATINA

Las diferentes razas fisiológicas del hongo *P. oryzae* se determinaron a través de un trabajo cooperativo con el

Instituto Biológico de Sao Paulo; el Instituto do Arroz Riograndense, en Porto Alegre, en Brasil; la Estación Experimental "La Molina", en Lima y la Universidad "Pedro Ruiz Gallo", en Lambayeque, Perú, utilizando para ello una serie de variedades internacionales de arroz. Se determinaron 17 razas en Brasil, 14 en Colombia y 25 en Perú.

Algunas razas como 1A-1, 1A-65, 1C-1, 1D-6, 1D-13, 1G-1, 1G-2, 1H-1 y 1I-1, son más prevalentes y virulentas. Las mismas razas se encuentran en el Sureste de Asia, en Japón y los Estados Unidos. Esta información puede ser útil en la selección de líneas o variedades con resistencia parcial bajo condiciones artificiales de laboratorio o de invernadero.

VARIABILIDAD DE *P. oryzae*

El hongo incluye muchas razas. Además, se ha encontrado una constante variabilidad en la patogenicidad del hongo. Sin embargo, las razas 1B-1, 1C-1, 1G-1 e 1D-8, han mantenido su patogenicidad específica durante cuatro años mediante la renovación de los cultivos. Las razas 1C-1 e 1G-1 con frecuencia se encuentran diseminadas por todo el mundo; esta circunstancia podría explicar el hecho de que tales razas no varían su patrón como lo hacen otras especies.

Control químico del añublo. La resistencia es la forma más eficaz y la menos costosa de controlar el añublo; sin embargo, el control químico puede reducir las pérdidas y puede ser muy útil en el establecimiento de un control integrado utilizando variedades que tengan resistencia parcial.

Para efectuar el control químico se debe considerar la existencia de dos áreas climáticas. Primero, aquellas regiones en las que se presentan condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad, que tienen precipitación pluvial y regular y, segundo, aquellos lugares en donde la precipitación pluvial

es casi continua. En el primer tipo de región, es posible controlar la enfermedad económicamente con el uso de fungicidas. En las zonas con lluvias fuertes y continuas, será necesario desarrollar medios especiales de aplicación con el fin de superar el problema de la adhesión del fungicida al follaje.

Tratamiento de la semilla. La semilla de la variedad Fanny, que es altamente susceptible, fue tratada con 35 productos químicos diferentes. Los fungicidas Benlate (1 kg i.a./100 kg de semilla), Demosan (26 kg i.a./100 kg de semilla), Decafentin (8 kg p. c./100 kg de semilla) y NF-44 (2.8 kg i.a./100 kg de semilla), protegieron las plantas por 60 días. El porcentaje de área foliar destruida fue de 8, 5, 3 y 4 por ciento, respectivamente, en comparación con 85 por ciento en el lote testigo. Las observaciones de campo se efectuaron a los 30 y 60 días después de la siembra.

Aplicaciones aéreas. Las aplicaciones hechas en la etapa de "embuchamiento", y dos posteriores, hechas a intervalos de una semana, aumentaron los rendimientos de la variedad Bluebonnet 50 hasta dos toneladas por hectárea en comparación con el lote testigo, en aquellas localidades con lluvias intermitentes en las cuales se presenta una alta incidencia de infección en el cuello de la panícula.

Los fungicidas Benlate (0.25 kg i.a./ha), NF-44 (0.21 kg i.a./ha), Hinosan (0.35 litros i.a./ha), Kitazin (0.63 litros i.a./ha), Kasumin (0.03 litros i.a./ha), y Bla-S (0.06 litros i.a./ha), controlaron la enfermedad en forma consistente, eficaz y económica. Las combinaciones de Benlate (0.100 kg i.a./ha) y Kasumin (0.02 kg i.a./ha) aumentaron la efectividad del control y redujeron los costos. Es necesaria una máxima cobertura para obtener un buen control. Los mismos tratamientos, bajo condiciones de precipitación pluvial alta y continua, no ejercieron ningún control. Los experimentos en invernadero demostraron que el Benlate tiene un

efecto residual que dura hasta 12 días proporcionando un buen control aún una semana después de hecha la aplicación foliar.

Tratamiento del suelo. La disponibilidad de fungicidas sistémicos ofrece una posibilidad de controlar el añublo por medio de aplicaciones hechas al suelo. Se seleccionaron 35 fungicidas aplicados al nivel de 100 kg i.a./ha, usando para dicho ensayo la variedad Fanny como planta indicadora. De estos fungicidas, el Benlate, NF-44 y NF-35 fueron los más eficaces. En diferentes experimentos, el NF-44 ejerció un mejor control sobre el añublo que el Benlate empleado en concentraciones más bajas; sin embargo, en las dosis usadas no son económicos. En experimentos preliminares, en los cuales se mezcló Tween 20 al 1 por ciento con fungicidas sistémicos, se obtuvo un mejor control de la enfermedad con dosis más bajas.

En siembras experimentales hechas a intervalos de un mes en lotes previamente tratados con fungicidas sistémicos, se observó un poder residual efectivo en el suelo por más de 150 días. Esto indica que es posible controlar el añublo por medio de aplicaciones en el suelo, si se formula estos fungicidas en una forma que su aplicación sea económica y eficiente.

Al aplicar Kitazin granulado directamente al suelo en siembras de arroz de secano, no se logró control del añublo. Sin embargo, este producto fue eficaz cuando se aplicó a cultivos irrigados. Este fungicida granulado en una dosis de 40 kg p.c./ha puede resultar económicamente útil en cultivos irrigados en aplicaciones hechas una semana antes del espigamiento, porque su efecto se produce precisamente al tercero o cuarto día después de la aplicación y alcanza su mayor eficacia entre el quinto y el séptimo día, para luego disminuir paulatinamente.

Hoja blanca

La importancia de esta enfermedad

ha disminuido en los últimos años, debido posiblemente a que las variedades mejoradas que actualmente se siembran son resistentes al vector **Sogatodes oryzicola**. Con el propósito de hacer estudios en el futuro, se han conservado colonias activas al igual que colonias inactivas de este insecto.

En experimentos preliminares, efectuados para seguir el curso del virus en el vector, no se comprobó su presencia en los órganos genitales de los insectos machos o hembras. Se pudo hacer una identificación directa de las partículas del virus en el arroz, cebada, trigo y también en la maleza liendrepuerco (**Echinochloa colonum**), comúnmente encontrada en los arrozales. Tanto en el citoplasma como en el núcleo, se encontraron filamentos largos, delgados y flexibles. Estas partículas se desintegraron rápidamente en preparaciones purificadas así como en preparaciones efectuadas por "contacto de hoja", lo cual dificultó la determinación de su longitud.



La resistencia parcial al añublo de arroz se estudia en estas parcelas experimentales. Un especialista fitopatólogo explica los avances logrados en estas investigaciones, a un grupo de técnicos que asistieron a un simposio sobre resistencia horizontal al añublo.

Helminthosporiasis

Esta enfermedad ataca la panícula y produce una coloración marrón en los granos, similar a la causada por el **P. oryzae**, y ha sido observada en selecciones de IR822. En todos los casos, se aisló un hongo del género **Helminthosporium**. Los análisis de patogenicidad comprobaron que este hongo es el agente causal. En Brasil también se han presentado casos de esta enfermedad la cual podría adquirir mucha importancia en el futuro.

Pudrición de la vaina

Esta enfermedad causa graves pérdidas en varias regiones de Colombia. Se ha constituido como una de las más destructivas y difundidas enfermedades del arroz. Se han obtenido varios cultivos del hongo **Corticium sasakii** en diferentes lugares y provenientes de diferentes variedades, especialmente Tapuripa. Se hicieron estudios relacionados con el desarrollo del hongo, la ecología de la enfermedad, la susceptibilidad de la planta en sus diferentes etapas y búsqueda de un método masivo de selección que permita lograr resistencia de la planta a esta enfermedad.

SEMINARIO SOBRE EL AÑUBLO DEL ARROZ

La importancia de esta enfermedad que se ha constituido en uno de los factores más limitantes en la producción de arroz en las zonas tropicales, indujo al CIAT a organizar una reunión de especialistas con el fin de conocer el estado actual de los conocimientos relacionados con la resistencia horizontal (resistencia parcial), del arroz al **P. oryzae**. Diecisiete científicos que estudian esta enfermedad y temas afines fueron invitados a participar en esta conferencia, en la cual se presentaron 15 trabajos científicos. Estuvieron presentes en la reunión aproximadamente 100 observadores procedentes de 17 países de América, Asia y África. Los asistentes estuvieron de acuerdo en que existen varie-



Reacción de las plántulas de arroz al daño mecánico causado por Sogata. De izquierda a derecha: material susceptible, en proceso de segregación, y resistente.

dades que presentan una amplia gama de resistencia lo cual no significa que tengan resistencia horizontal, en el sentido literal de su definición.

La variabilidad del hongo, la comparación entre razas que tienen fenotipos estables con otras que son inestables; las variaciones en patogenicidad; el estado perfecto del *P. oryzae*; la correlación entre infección en la plántula y en el cuello, así como la importancia económica del añublo del arroz en varios países fueron algunos de los temas que se discutieron en los tres días que duró este seminario.

ENTOMOLOGIA

La plaga del arroz más importante en América Latina es *Sogatodes* debido a que directamente afecta las hojas y

transmite el virus de Hoja Blanca. Con el desarrollo de nuevas variedades comerciales resistentes a este insecto, se ha logrado controlar la difusión de la enfermedad.

Es posible que en el futuro aparezca en algunas áreas ecológicas de América Latina, un biotipo con adaptación a las variedades resistentes. Por tal razón, se están haciendo planes para explorar las áreas arroceras con el fin de identificar rápidamente los nuevos biotipos.

En algunas áreas de América Latina, los barrenadores del tallo (*Diatrea* sp. y *Rupella* sp.) producen graves daños. Por este motivo se están llevando a cabo varios experimentos para seleccionar material genético que presente posibilidades de resistencia. Algunos insectos chupadores de la planta de las familias

Pentatomidae y **Corimelaenidae** causan serios daños en las panículas. Se está desarrollando una técnica bajo condiciones de aislamiento para seleccionar variedades resistentes a tales insectos.

Hydrellia sp., una larva minadora de la hoja, es muy común en el Valle del Cauca, Colombia, pero es posible su control mediante la aplicación de Diazinon. Se están adelantando estudios para identificar correctamente las especies que han hecho su aparición.

CONTROL DE MALEZAS

Uno de los problemas más serios en la producción de arroz en la sede del CIAT es el de la preparación de los terrenos para la siembra. En aquellos

campos difíciles de drenar, las malezas crecen muy vigorosamente. Los esfuerzos iniciales del programa de herbicidas del CIAT se encaminaron a estudiar la posibilidad de preparar químicamente los terrenos de siembra.

Las dos especies predominantes de maleza son **Brachiaria mutica** (Hierba Pará) y **Heteranthera reniformis**. Se estudiaron tres áreas, dos de las cuales eran, prácticamente, una población espontánea pura de cada una de las especies mencionadas, y la tercera, una mezcla balanceada de las dos especies; de este estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

1. A menos que se drenen las aguas estancadas, no se puede controlar efi-



Aplicación de herbicidas en un arrozal con una bomba de espalda y una tubería de aspersión de poco peso, utilizada en las áreas experimentales del CIAT.

cazmente estas malezas con los herbicidas comunes, tales como 2,4-D, 2, 4, 5-T, Dicamba y MCPA.

2. La especie **Heteranthera** se puede controlar con 1.5 kg de ingrediente activo por hectárea, de cualquiera de estos dos herbicidas: 2,4-D ó 2, 4, 5-T.
3. Debido a la naturaleza resistente de estas especies y al denso follaje de **Brachiaria**, se deben hacer las aplicaciones a intervalos de 7 a 10 días.
4. La adición de una pequeña cantidad de paraquat (sustancia humectante) a los herbicidas 2,4-D ó 2, 4, 5-T no mejoró el control como sucedió con otras especies.

En experimentos posteriores se usarán aquellos tratamientos que en este ensayo hayan mostrado ser más eficaces, haciendo aplicaciones divididas del herbicida y luego, utilizando semilla de arroz pregerminada.

En otro estudio se está tratando de comparar la selectividad de los herbicidas utilizando semilla pregerminada o seca. Suponemos que se presentará una pérdida de selectividad con algunos pre-emergentes, sean o no tardíos, al emplear semilla pregerminada, debido a que en estos casos el producto químico entra en contacto directo con la semilla.

Como parte del mismo ensayo estamos haciendo una comparación de la habilidad competitiva del arroz bajo los dos métodos de siembra. Teóricamente, la semilla pregerminada le permite al arroz prender más rápidamente que la maleza y por lo tanto, se reduce el factor de competencia.

En cuanto a control químico, los trabajos a desarrollar en el futuro estarán enfocados en el arroz de secano. Los problemas que se presentan con este tipo de siembra son mayores debido a que es necesario que los productos herbicidas ofrezcan control con mayor duración de la que ofrecen hasta el momento, cuando la disponibilidad de agua es insuficiente para proporcionar al culti-

vo un buen control de malezas. En general, las especies de malezas que crecen en cultivos de secano tienden a presentar mayor resistencia que aquellas que crecen en cultivos inundados.

SUELOS

Producción de arroz en tierras bajas, en oxisoles ácidos de los Llanos Orientales

Los Llanos Orientales de Colombia se caracterizan por tener suelos muy ácidos y altamente lixiviados; su vegetación básica nativa es la que caracteriza las sabanas tropicales. Tales suelos se clasifican como oxisoles, con gradientes hasta los ultisoles, en las áreas más bajas. En estos suelos, el cultivo comercial más importante es el de arroz inundado. La producción se limita a unas 20.000 hectáreas, casi todas situadas hacia la vertiente occidental de los Llanos, en la ladera de los Andes. Los rendimientos de las plantaciones son, por lo regular, muy bajos —3 - 4 ton/ha— debido a la baja fertilidad de los suelos, a la fuerte incidencia del añublo y a una enfermedad fisiológica denominada "anaranjamiento". El personal técnico del CIAT inició en 1969 una investigación con el fin de encontrar la causa del "anaranjamiento" y también inició el estudio de prácticas de manejo que ayuden a superar el problema. Los estudios hechos en macetas y en el laboratorio se efectuaron en el Centro Experimental del ICA en Palmira, utilizando suelos traídos desde Carimagua, en los Llanos Orientales.

"Anaranjamiento"

En los Llanos, el arroz inundado muestra una apariencia vigorosa, color verde oscuro y aspecto sano durante el primer mes de crecimiento. Sin embargo, en el segundo mes las plantas comienzan a mostrar achaparramiento, su macollamiento es insuficiente y las hojas se van poniendo amarillas, hasta llegar a un color naranja. El "anaranjamiento" típico se presenta primero en las puntas de las hojas inferiores, progresando descendentemente hasta cubrir toda la hoja, particularmente hacia los márgenes de la misma, extendiéndose

se luego el daño a las hojas superiores. Las hojas inferiores se van secando hasta que mueren. Las hojas verdes que se van formando lentamente pueden dar la apariencia de una recuperación tardía, pero las plantas permanecen achaparradas y las hojas amarillentas nunca recuperan su color verde natural. El contenido de hierro en las hojas rara vez sube del nivel que se considera tóxico (300 ppm). Las raíces de las plantas afectadas son por lo regular cortas, con pocas ramificaciones, y se cubren por un depósito de óxido de hierro, de color rojizo. Ocasionalmente, las puntas de las raíces presentan elongaciones y son de un color rojo intenso. Casi todas las raíces parecen estar inactivas.

En vista de que el "anaranjamiento" se observa solamente en cultivos de arroz inundado localizados en los Llanos, se dedujo que este fenómeno se debía a una deficiencia de nutrientes o a una toxicidad causada por reducción de productos elaborados por la planta. Esto último parece ser lo más factible, ya que las altas aplicaciones de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos no disminuyeron el problema. Como esos suelos tienen un alto contenido de Fe y los síntomas son similares a los producidos por la toxicidad causada por el Fe, se pensó que esta última condición sería la verdadera causa del problema. Se estudió la cinética química del suelo, después de ser inundado, poniendo especial atención a los cambios de concentración de Fe en la solución del suelo.

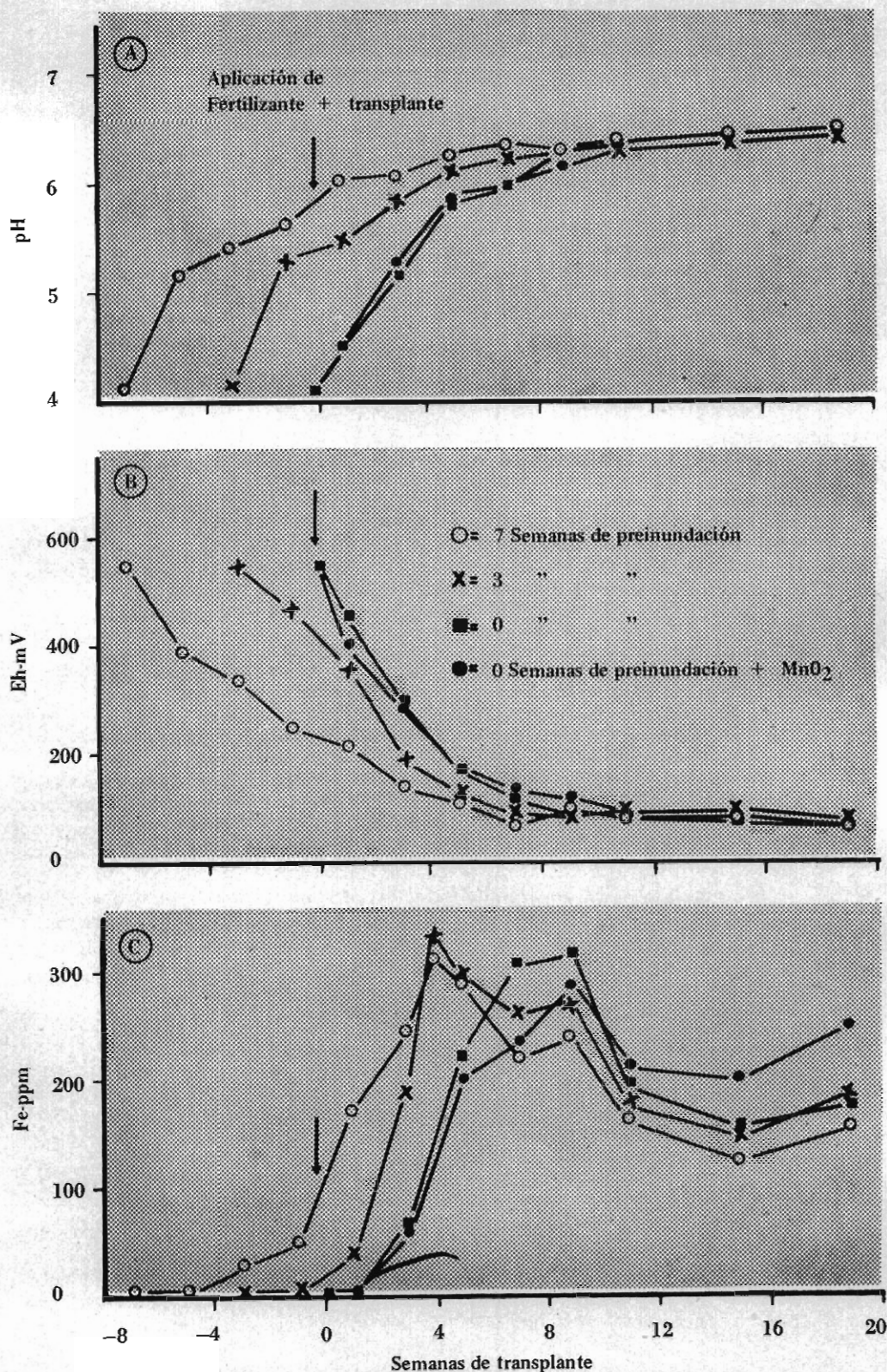
Cinética química del suelo y el crecimiento vegetal

Con el fin de determinar el efecto de varios tratamientos sobre la cinética química del suelo se condujeron dos series de experimentos, uno en el primer semestre del año y otro en el segundo. Dichos experimentos se llevaron a cabo sembrando arroz en macetas plásticas que contenían 6 kg de tierra. Las macetas se mantuvieron en un invernadero tamizado (cubierto con cedazo). Cada semana se extraía una pequeña

porción de solución del suelo mediante un tubo de vidrio en forma de T colocado en el fondo de la maceta. Simultáneamente, se hacía un análisis de pH, Eh y conductividad eléctrica dentro de una celda especialmente construida, la cual contenía un electrodo de vidrio, un electrodo de calomel, dos electrodos Pt y una célula de conductividad. Tanto las extracciones como los análisis, se efectuaron bajo una atmósfera de N_2 con el fin de prevenir la oxidación de la solución por el contacto con el aire. Luego, dichas soluciones se acidificaron para prevenir su oxidación y se analizaron para terminar su contenido de Fe y de Mn.

En el primer semestre, inmediatamente antes de proceder a la siembra, el suelo se mezcló con 50 kg/ha N (urea), 150 kg/ha P_2O_5 ($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$), 100 kg/ha K_2O (KCl), 375 kg/ha $CaCO_3$ y 125 kg/ha $MgCO_3$. Posteriormente se hizo una aplicación de 75 kg/ha N, a los 30, 60 y 75 días. Estos tratamientos incluyeron diferentes duraciones de tiempo de preinundación antes de la siembra, inundación tardía (es decir, se mantuvo el suelo con capacidad de campo hasta por 8 semanas), y aplicaciones de MnO_2 al nivel de 1.000 kg Mn/ha. En los tratamientos de preinundación los suelos se anegaron a las 7, 5, 3 y 0 semanas antes del trasplante. Luego, se aplicó fertilizante al suelo de todas las macetas y se transplantaron plántulas de 7 días, de la variedad IR8.

En la figura 2A se puede observar el cambio en el pH después de la inundación. El pH aumentó de 4.15 hasta un punto de equilibrio de 6.5; sin embargo, dicho aumento fue muy lento debido a una pausada reducción. El índice de reducción fue más rápido en la presencia que en la ausencia de fertilizante. Esta circunstancia está comprobada por el hecho de que en el suelo no fertilizado (7 semanas de preinundación), el pH durante las cinco semanas iniciales, aumentó solamente a 5.53, mientras que en los suelos fertilizados (0 semanas) aumentó a 5.84. Estos suelos parecen tener tan poca fertilidad que la



FIGURAS 2A, 2B, 2C. Cambios en el pH, Eh y concentración de Fe después de efectuadas las inundaciones en soluciones de suelos provenientes de Carimagua.

aplicación de fertilizantes aumenta enormemente el índice de reducción. Igualmente, en la semana 0 de preinundación, el Eh disminuyó más rápidamente que con 7 semanas de preinundación (Figura 2B).

En todos los casos, el Eh disminuyó de 545 mV hasta un valor constante de 90 mV en un período de 10 a 15 semanas. Aparentemente, la alta concentración de Fe amortiguó la solución a un nivel relativamente alto de Eh. En la solución de los suelos no se observaron potenciales lo suficientemente bajos para reducción de sulfatos.

La concentración de Fe en solución (Figura 2C) permaneció muy baja durante varias semanas antes de aumentar verticalmente a un máximo de 300-350 ppm. Después de llegar a ese máximo, la concentración bajó y se mantuvo a un nivel constante de 150-200 ppm debido a la precipitación de hidróxido ferroso cuando se presentaban pH altos. Niveles de Fe, superiores a 300 ppm, han sido señalados como causantes directos de la toxicidad del Fe en las plantas de arroz. La aplicación de MnO_2 no tuvo casi ningún efecto en el pH y el Eh, y tan solo tuvo efectos ligeros en la concentración de Fe, reduciendo el máximo a 285 ppm.

La conductividad de la solución de suelo subió a un máximo de 800 μ mhos/cm antes de estabilizarse en un nivel de 600 micro mhos/cm. La concentración de Mn también aumentó después de la inundación pero no llegó a niveles mayores de 2 ppm. Este dato descarta una posible toxicidad de Mn.

Después del primer semestre, el suelo fue tamizado y secado, y luego reinundado para el experimento a efectuarse en el segundo semestre. Los análisis de

este suelo "usado" mostraron un pH mucho mayor y una mayor fertilidad en comparación con el suelo "fresco" procedente de los Llanos (Cuadro 7).

Antes de ser inundados, los suelos fueron fertilizados con los mismos materiales empleados en el primer semestre, pero se duplicaron los niveles de N, P y cal.

El experimento efectuado durante el segundo semestre incluyó diversos manejos de agua y otros tratamientos tales como barbecho húmedo, irrigación rotatoria y constante, diversos sistemas de drenajes y la adición de paja y aplicación de altos niveles de cal con los fertilizantes comunes.

Las curvas de pH y Eh que se obtuvieron fueron similares a las que aparecen en las Figuras 2A y 2B. Como este suelo ya había producido una cosecha, el pH inicial fue más alto (5.3) y el Eh inicial fue menor (420 mV). Este nivel de fertilidad más alto (y posiblemente también la población bacteriana), resultó en una reducción más rápida. En un período de cuatro semanas se obtuvieron niveles máximos de pH de 6.5 y niveles mínimos de Eh de 80 mV. Las aplicaciones de paja y altas cantidades de cal tan solo aumentaron ligeramente el índice de reducción y resultaron en valores más altos de pH y menores de Eh. La irrigación rotatoria, que consistía en inundaciones alternadas y sequías —de una duración de 3½ días, respectivamente— redujo bastante el pH a casi un 5.3 y aumentó el Eh a 300-350 mV.

Las diferencias entre los tratamientos fueron mucho más marcadas con relación a la concentración de Fe (Figura 3). En los suelos "usados", con inundación continua, los niveles máximos de

CUADRO 7.

	pH	P(Bray I) ppm	P(Bray II) ppm	Al	Ca me 100 gm	C.C.C.*
Suelos "usados"	5.29	1.47	3.19	1.8	1.16	12.4
Suelos "frescos"	3.95	1.07	2.22	3.5	0.68	13.0

* Capacidad de cambio de cationes.

Fe

ppm

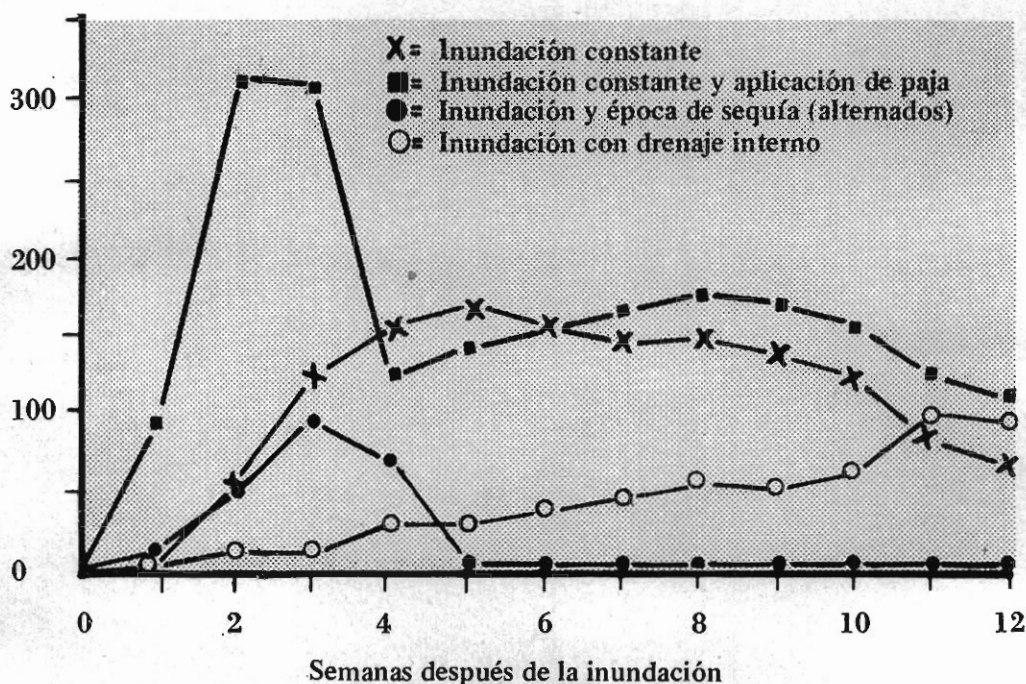


FIGURA 3. Cambios en la concentración de Fe en soluciones de suelo (muestras provenientes de Carimagua).

Fe fueron de aproximadamente 175 ppm. Al agregar 0.4 por ciento de paja, se produjo una rápida reducción en el suelo y los niveles máximos de Fe subieron a 310 ppm. La irrigación rotatoria, la cual se inició a las tres semanas después de la siembra, redujo la concentración de Fe casi a 0, mientras que la irrigación con drenaje interno (4 cm/día) mantuvo niveles intermedios de Fe.

Respuesta de la planta. La respuesta de las plantas a los tratamientos experimentales fue limitada. Las plantas mostraron achaparramiento y los síntomas de "anaranjamiento" se presentaron aproximadamente a las seis semanas de la siembra, siendo mucho más severos durante el segundo semestre. La preinundación no tuvo un efecto beneficioso y los rendimientos disminuyeron al

aumentar el período de preinundación. El tratamiento de inundación tardía produjo síntomas de "anaranjamiento" sólo después de efectuada la inundación, lo cual resultó en crecimiento excesivo de los tallos (paja), pero en bajo rendimiento de grano. El tratamiento MnO_2 produjo síntomas todavía más severos de "anaranjamiento", lo cual tal vez se debió a una toxicidad causada por el Mn (5.500 ppm Mn en las hojas), pero el crecimiento completo de la planta y los rendimientos fueron mejores que con cualquiera otro tratamiento.

Durante el segundo semestre, los síntomas de "anaranjamiento" se manifestaron sin distinción de tratamientos. La aplicación de los fertilizantes en el momento de la siembra produjo mayores rendimientos que cuando se fertilizó en

el momento de la preinundación. Las condiciones químicas favorables de los suelos, debidas a la irrigación rotatoria o al drenaje interno, no resultaron en mayores rendimientos, probablemente debido a que se produjo gran pérdida de fertilizantes por la lixiviación y la denitrificación. El drenaje efectuado a los dos meses de hecha la siembra produjo el mayor rendimiento del grano. La adición de paja o de altos niveles de cal, no produjo ningún beneficio.

De estos experimentos efectuados en macetas se sacaron las siguientes conclusiones.

1. El "anaranjamiento" no es una toxicidad directa producida por el Fe, pues se puede presentar cuando la concentración de Fe en el suelo es relativamente baja, lo cual resulta también en niveles bajos de Fe en las plantas. Sin embargo, parece ser el resultado de un daño en el sistema radicular causado por un producto reductor, posiblemente el Fe. Los depósitos de óxido de Fe alrededor de la raíz, no sólo limitan su crecimiento sino que impiden la absorción de nutrientes, en especial de P. En suelos cuyo nivel de nutrientes es ya bajo, este impedimento en la absorción de los mismos conduce a un desequilibrio entre la oferta y la demanda. En una planta de gran tamaño, cuya demanda de nutrientes es mayor, un pequeñísimo incremento de la concentración de Fe en la solución del suelo y el subsiguiente encubrimiento de la raíz, conduce a una deficiencia de nutrientes. La planta busca la compensación por medio de la traslocación de nutrientes de las hojas inferiores a las superiores, lo cual resulta en la senilidad precoz y amarillamiento de las hojas inferiores.

Por este motivo, las plantas sanas cultivadas en condiciones de alto nivel de P y N y bajo nivel de Fe, son las primeras que muestran síntomas de "anaranjamiento" y lo sufren con más intensidad una vez que la concentración de Fe en solución se comienza a aumentar. Cuando prevalecen condiciones de crecimiento con restricción de expansión radicular, como sucede en plantas culti-

vadas en macetas muy pequeñas en suelos compactos o plantas cuyas raíces han sido cortadas, producirán síntomas de "anaranjamiento" en otros tipos de suelo totalmente diferentes a los que se encuentran en los Llanos. Debido a que el "anaranjamiento" es un problema radicular y principalmente, un problema de deficiencia extrema de P, las aplicaciones foliares de P eliminan los síntomas.

2. En suelos en los que ocurre un rápido aumento de Fe soluble, la planta permanece achaparrada desde un principio y no hay necesidad de equilibrar el desarrollo de la parte aérea de la planta con la limitada provisión de nutrientes. En este caso no se desarrolla el "anaranjamiento" típico, pero las plantas pueden afectarse por una intoxicación directa con Fe, al haber una mayor absorción de este elemento, lo cual produce manchas color marrón en las hojas. Las diferencias en tonalidades amarillentas que se observan en el campo, posiblemente, se deben a distintas combinaciones de "anaranjamiento" y toxicidad directa del Fe, dependiendo de la edad y del tamaño de la planta, en el momento en que se produce la acumulación de Fe.

3. Una acción reductora lenta se refleja en un desarrollo inicial de la planta que es relativamente bueno, al comprobarse posteriormente un aumento tardío en el nivel de Fe se produce un "anaranjamiento" severo y una considerable baja en el rendimiento de grano.

4. La intensidad del "anaranjamiento" se puede reducir mediante la combinación de manejo de aguas y de prácticas de fertilización, diseñada para conservar un nivel bajo de Fe y una disponibilidad constante de nutrientes solubles, en la solución del suelo.

5. Se puede prevenir una acumulación de Fe soluble por medio de la irrigación rotacional o intermitente. Una baja concentración de Fe durante la florescencia, lograda mediante el drenaje efectuado en mitad del ciclo vegetativo, resulta muy ventajosa para la forma-

ción del grano. La inundación constante, con drenaje interno, es conveniente para el mantenimiento de un bajo nivel de Fe, pero la pérdida de nutrientes en el agua de drenaje hace que dicha práctica resulte contraproducente. La preinundación por tres semanas presenta la ventaja de adelantar el nivel máximo de Fe antes de efectuar la siembra o cuando la planta está en las etapas iniciales de crecimiento pero tiene la ventaja de que el P que se aplica al efectuar la siembra se fija con mayor rapidez. Por este motivo, la preinundación por más de tres semanas no es beneficiosa.

6. La fertilización con P debe combinar el efecto de una lenta liberación de P de la fuente fosfórica —tal como las escorias básicas (Thomas) o la roca fosfática aplicadas antes de la siembra— y, una fuente más soluble de P, tal como el superfosfato triple aplicado en la superficie del terreno al momento de la siembra. La aplicación foliar bisemanal de una solución de un 0.5 por ciento de P (KH_2PO_4) probablemente resulte provechosa pero poco práctica.

7. Un fertilizante nitrogenado, de liberación lenta, como lo es la urea con revestimiento de azufre, probablemente resultaría benéfico al proporcionar una provisión constante de N, al mismo tiempo que reduciría los ataques de añublo debidos a N excesivo y a las pérdidas causadas por la desnitrificación durante el proceso de secamiento del suelo.

INGENIERIA AGRICOLA

La división de Ingeniería Agrícola y de Operación de la Estación del CIAT ha preparado el terreno para sembrar 60 hectáreas de arroz irrigado; aproximadamente 10 hectáreas han sido dedicadas exclusivamente a llevar a cabo experimentos sobre agronomía del arroz, y unas 32 hectáreas para la producción de semilla, siendo esta labor realizada por los becarios del curso de producción de cultivos. La preparación e irrigación de los terrenos ha estado bajo la responsabilidad directa de la división de Ingeniería Agrícola y Operación de la Estación. Los becarios del mencionado curso,

un agrónomo especializado en el cultivo de arroz y un fitomejorador han tenido a su cargo la siembra de lotes de variedades, mantenimiento de los mismos, las siembras de todos los campos dedicados a este cultivo, el control de plagas y la recolección de las cosechas.

Los estudiantes y becarios en Producción de Cultivos, en Ingeniería Agrícola y del Programa de Arroz, recibieron experiencia práctica en nivelación de tierras encharcadas y en irrigación de lotes cultivados.

Se utilizó un tipo experimental de rastrillo rotatorio o "rotovator" (rototiller) para batir el suelo húmedo. Un rotor de un metro de diámetro fue diseñado y construido en el CIAT para ser utilizado en suelos muy blandos.

Se acondicionaron dos "rotavators" japoneses, que tienen llantas de caucho, con unas extensiones de las ruedas que permiten su utilización en campos inundados.

En los trópicos, representa un problema la falta de maquinaria adecuada y de sistemas de labranza que permitan la siembra de cultivos durante la estación de lluvias. Debido a que 1971 fue un año inusualmente húmedo, se tuvo la oportunidad de hacer siembras de arroz en suelos bajo condiciones de saturación. Bajo tales condiciones, la preparación de tierra para otros cultivos y la siembra de éstos resultaron ser operaciones imprácticas.

Los proyectos de irrigación y de drenaje que han sido desarrollados para la producción en áreas tropicales de maíz y de otros cultivos en seco, han requerido grandes inversiones de capital. El desarrollo de equipo apto para la preparación de tierras húmedas contribuiría a la capacitación de dichas áreas para la producción de arroz, con un mínimo de inversión. El empleo de equipo en la producción continua de arroz, realizada durante todo el año, reduciría más aún el costo de inversión de maquinaria y proporcionaría empleo a los trabajadores de campo, así como ingresos unifor-



Nivelación de tierra inundada con una rastra de dientes.



Preparación de tierra húmeda con un arado rotatorio.



La efectividad de un cilindro accionado por un tractor que se ha diseñado para la preparación de terrenos inundados es probada en terrenos de la sede del CIAT.



Preparación de terrenos inundados con un pequeño tractor de 8 h.p.

mes a la empresa agrícola. Con este objetivo en mente, se ha implantado un sistema de producción de arroz con propósito experimental, en el cual se siembra ½ hectárea por día. Para realizar este ensayo, se ha dedicado un lote de 50 hectáreas. Este sistema requiere que tanto la mano de obra, la maquinaria y la tierra, estén en continuo uso y produciendo un ingreso de 2 a 2½ toneladas de arroz por día de trabajo. Sin embargo, aún tenemos una serie de problemas por resolver; a medida que se vayan identificando los componentes de dichos problemas se buscará la forma de solucionarlos.

ECONOMIA AGRICOLA

Costos de producción

En nueve países de América Latina se

hizo una estimación del costo de producción de las variedades tradicionales de arroz y de las nuevas variedades. Se obtuvo información básica de las instituciones nacionales de investigación agrícola y de los Ministerios de Agricultura.

Los costos estimados de producción se presentan en el Cuadro 8 y en la Figura 4. Estas estimaciones no presentan cifras exactas sino que muestran tendencias aproximadas. El costo de producción tiende a variar entre las diferentes regiones de un país y aun dentro de los cultivadores de una región. Los datos sobre costos para cada uno de los países se expresan en dólares, como común denominador, con el fin de facilitar las comparaciones directas. Es posible que las tasas de cambio oficial no correspondan al poder adquisitivo interno para

U.S. \$/ton

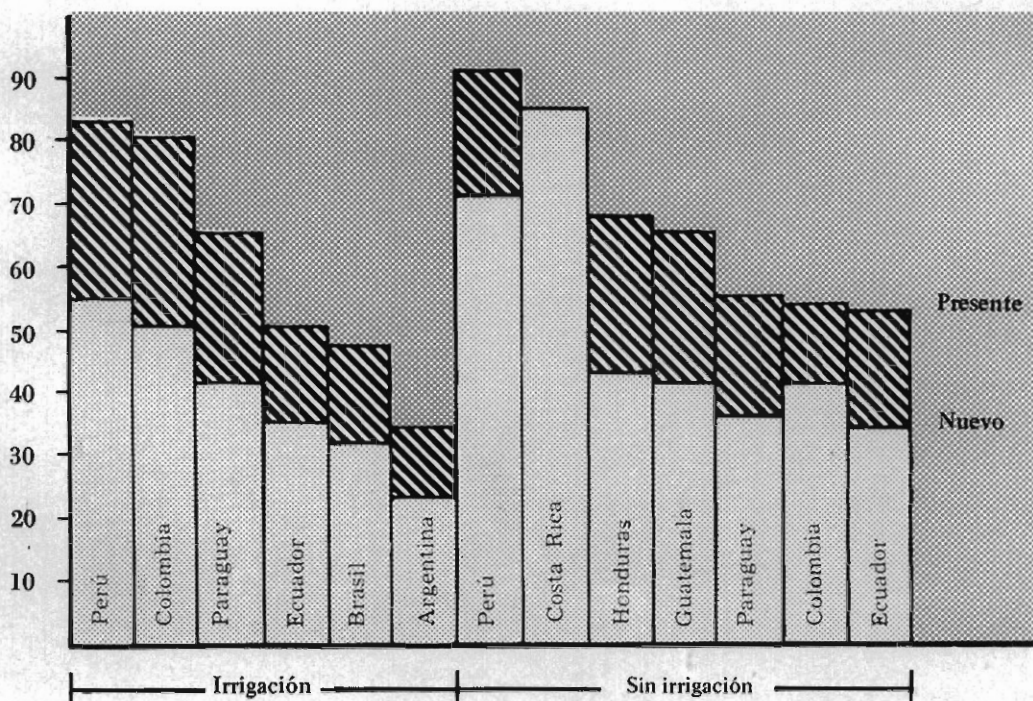


FIGURA 4. Costo estimado de la producción de las variedades que actualmente se cultivan y las nuevas, en algunos países de América Latina (expresado en dólares/ton).

CUADRO 8. Costo estimado de producción de las variedades que se cultivan actualmente y de las nuevas, en algunos países de América Latina (U.S.\$)*

País	Variedad Actual				Variedad Nueva			
	Irrigación		Sin irrigación		Irrigación		Sin irrigación	
	Costos/ha	Costos/ton	Costos/ha	Costos/ton	Costos/ha	Costos/ton	Costos/ha	Costos/ton
Argentina	170.71	34.14	—	—	190.13	22.37	—	—
Brasil	166.08	47.45	—	—	189.48	31.84	—	—
Colombia	403.30	80.66	86.65	54.16	433.63	51.02	112.32	41.29
Costa Rica**	—	—	295.34	84.38	—	—	295.34	84.38
Ecuador	178.00	50.86	74.57	53.27	208.96	35.12	81.42	34.21
Guatemala	—	—	198.55	66.18	—	—	211.59	41.49
Honduras	—	—	203.50	67.83	—	—	217.70	42.69
Paraguay	164.08	65.63	110.48	55.24	179.14	42.15	120.74	35.51
Perú	461.36	83.57	183.55	91.77	520.14	55.43	240.05	70.60

* Tomado de: Vicente W. Aníbal S.: **Condiciones de cultivo y costos de producción de arroz en algunos países de América Latina**; y Per Pinstrup-Andersen: **Economic implications of producing new rice varieties in Latin America** (CIAT, 1971).

** En Costa Rica, la "Presente variedad" se refiere a la nueva variedad IR8.

CUADRO 9. Promedio de los precios del arroz en el comercio mayorista interno en algunos países de América Latina.

País	1964		1965		1966		1967	
	US\$/ton métrica	% en el precio en el mercado mundial*	US\$/ton métrica	% en el precio en el mercado mundial*	US\$/ton métrica	% en el precio en el mercado mundial*	US\$/ton métrica	% en el precio en el mercado mundial*
Argentina	80.20	58	56.50	41	55.00	33	51.40	26
Brasil	161.00	118	116.00	84	202.00	121	—	—
Bolivia	202.00	148	206.00	149	258.00	155	—	—
Colombia	281.70	207	247.00	179	256.40	154	226.10	116
Chile	192.00	141	225.00	164	202.00	122	—	—
Rep. Dominicana	295.50	217	323.30	235	298.70	179	277.40	142
Ecuador	137.50	101	157.60	114	153.70	92	165.70	85
El Salvador	207.60	152	211.40	153	228.90	137	216.90	111
Guatemala	228.50	168	239.80	174	—	—	—	—
México	230.50	169	237.80	173	256.40	154	259.92	133
Panamá	276.60	203	273.20	198	265.30	159	—	—
Paraguay	96.80	71	87.30	63	—	—	—	—
Perú	—	—	—	—	—	—	147.30**	88
Uruguay	160.00	118	158.00	114	159.00	96	—	—
Venezuela	313.60	230	281.00	204	281.10	169	—	—

* El precio FOB del arroz Thai.

** Promedio 1959 - 63.

cada país, por lo tanto, si se hacen comparaciones directas de costos en dólares, estas podrían resultar tendenciosas.

La Figura 4 muestra que el costo de producción de arroz, bajo el sistema de irrigación, resulta bajo en Argentina pero relativamente alto en Perú y en Colombia. El costo por tonelada de arroz producida en condiciones de secano es bajo en Ecuador, Colombia y Paraguay, pero es alto en Perú y en Costa Rica. El costo de producción de arroz por tonelada, utilizando las nuevas variedades, es apreciablemente inferior al costo de producción de las variedades actuales. Por ejemplo, el costo de producción por tonelada de las variedades actuales, bajo el sistema de irrigación en Perú, se estima en \$ 84 mientras que el costo de las nuevas variedades se estima en \$ 55. En las referencias que aparecen en el Cuadro 8 se podrá obtener información más detallada sobre las estimaciones del costo y los postulados que les respaldan.

Análisis de precios

Sobre la base de los precios existentes en los diferentes países de América Latina, se hizo un análisis para determinar la posición de competencia relativa de cada país en relación con las exportaciones de arroz. En el Cuadro 9 se presentan los promedios de precios internos a nivel de distribuidor mayorista, para varios países de América Latina.

Para tener una idea de la posición competitiva de cada país, los precios internos se estimaron como un cierto porcentaje del precio de exportación del arroz Thai, F.O.B. Tailandia (Cuadro 9). El precio del mencionado arroz parece ser un buen índice para determinar los precios mundiales.

El mismo Cuadro 9 muestra que los precios del arroz tienden a ser bajos en Argentina y Paraguay, y altos en Venezuela, República Dominicana y Panamá. Los precios del comercio mayorista en países como Argentina y Paraguay, du-

rante los años incluidos en el análisis, fueron inferiores al precio del arroz Thai. Ecuador marca un mejoramiento en su posición competitiva. La mayoría de los países restantes muestran índices de precio mayorista que son más altos que los del mercado mundial.

Una comparación de los precios internos en varios países con los precios del mercado mundial proporcionan una indicación aproximada de la posición competitiva relativa, en lo que se refiere a exportaciones. Sin embargo, existen otros factores que influyen directamente sobre las posibilidades de exportación; por lo tanto, este análisis de precios es insuficiente para determinar cuáles son las posibilidades de exportación que tienen los países incluidos en el mismo.

Utilización del incremento de la producción arrocerá

Se espera que la adopción de las nuevas variedades incrementará apreciablemente la cantidad de arroz producida en América Latina. Dada la poca elasticidad en el precio del producto para el consumo humano, pareciera necesario identificar alternativas de utilización para el arroz producido a fin de evitar las drásticas bajas de precio y la acumulación de excedentes.

Con base en las consideraciones anteriores y en las discusiones que se produjeron en el Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina, se inició un estudio con el fin de identificar cuáles podrían ser estas alternativas de uso para el arroz y determinar su factibilidad técnica y económica en los países latinoamericanos. Los objetivos específicos del estudio son:

1. Proyectar la magnitud, a corto plazo, de la expansión en la producción arrocerá inducida por la introducción de las nuevas variedades;
2. Predecir la posible demanda para el consumo humano en los próximos años;
3. Determinar la factibilidad de otros usos para

este producto; 4. Analizar la potencial alternativa de utilizar las tierras que se emplean actualmente en la producción arroceras para dedicarlas a producir otros cultivos; y 5. Hacer recomendaciones sobre política agrícola relacionada con la producción, mercadeo y utilización del arroz.

ADIESTRAMIENTO

Tres becarios procedentes de Ecuador recibieron adiestramiento en las diferentes fases del cultivo de arroz y producción de semilla; estos becarios ya regresaron a su país. Un becario de Brasil está recibiendo adiestramiento en el mismo programa. Un interno posgraduado de Colombia y un investigador para estudios, de Ecuador, terminaron, respectivamente, el adiestramiento y el estudio a nivel de maestría sobre fitopatología del arroz. Cinco becarios de Brasil, Ecuador, Honduras y Venezuela permanecieron por un período de seis meses en los programas de fitomejora-

miento, agronomía y producción de semilla.

COLABORACION INTERNACIONAL

Durante 1971, se hicieron visitas a Ecuador, Perú, Nicaragua, Costa Rica, Jamaica y República Dominicana para observar las condiciones bajo las cuales se efectúa el cultivo del arroz en esos países y a la vez, prestar asesoría sobre problemas relacionados con la producción arroceras. Casi todos estos países disponen actualmente de la variedad CICA 4 en sus programas de multiplicación de semilla.

Durante el año 1970, el CIAT distribuyó a varios colaboradores de América Latina 3.956 lotes de semilla, incluyendo líneas en segregación y poblaciones multiplicadas en masa. Se enviaron amplias colecciones de material para siembra a Guatemala, Honduras, Costa Rica, Venezuela, Ecuador, Perú, Argentina y Brasil.

Sistemas de Producción de Maíz



La mayoría de los agricultores en América Latina cultiva maíz en parcelas adyacentes a sus casas o bien en campos de cinco hectáreas o menos. El cultivo se caracteriza por escasas poblaciones de plantas, control de plagas y malezas muy limitado, fertilización deficiente y empleo de variedades locales sin mejoramiento alguno. El promedio de rendimiento es inferior a 1.000 kg por hectárea. Ha habido relativamente poca investigación y trabajo de extensión para beneficiar directamente a este tipo de agricultor, especialmente en las tierras bajas de la Zona Andina.

En la producción comercial del maíz se emplean aquellos híbridos que haya en disponibilidad, niveles moderados de fertilidad, insecticidas granulados y control químico de malezas. La mayoría de las investigaciones hechas hasta la fecha se han enfocado hacia este sistema cultural y los rendimientos actuales promedian entre tres y seis toneladas en toda la zona. El programa de maíz del CIAT trabaja con estos dos sistemas culturales específicos y complementa los esfuerzos de los programas nacionales en la búsqueda de esquemas que sean de fuerte impacto en el incremento de la producción.

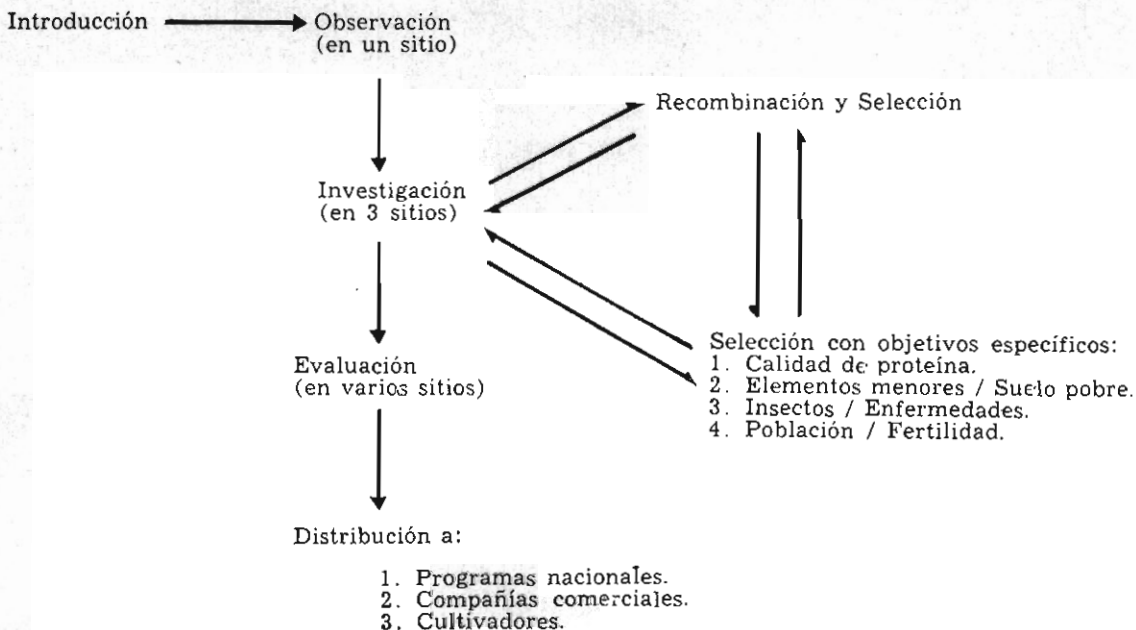
FITOMEJORAMIENTO

Se aprovecha una amplia fuente de recursos para obtener germoplasma promisorio, el cual es probado, coleccionado y multiplicado. Además, a través de

solicitudes directas hechas a los programas de semillas nacionales y comerciales, hemos establecido una serie de ensayos que incluye material, por ejemplo, la Colección Internacional de Adaptación del Maíz (CIMMYT), ensayos con lotes de maíz comercial, experimental, braquítico y opaco, hechos en América Central (PCCMCA), dos ensayos del Programa Inter-Asiático (IACP, Tailandia), y material diverso producido por el CIMMYT en las primeras generaciones de selección. En la mayoría de estas pruebas, se hizo un número limitado de cruces entre líneas seleccionadas con el fin de probar algunas nuevas y promisorias combinaciones en el ciclo siguiente. Este esquema de rápida selección, obtención de material genético y evaluación ha sido empleado con gran éxito por el CIMMYT para reducir la altura de la planta del maíz tropical. Los criterios de selección que empleamos incluyen tallo corto, floriscencia y época de cosecha precoces, producción eficiente de materia seca, y resistencia a organismos patógenos prevalentes y plagas insectiles. Estos materiales serán probados en estaciones regionales así como en la sede del CIAT.

Con el propósito de observación y selección se sembró en 1971 una serie de poblaciones promisorias. Estas poblaciones se mantienen a través de los ciclos de reproducción siguiendo varios esquemas: selección masal, selección masal modificada, selección recíproca recurrente en dos poblaciones, autofecundación y formación de híbridos.

FIGURA 1. Flujo de germoplasma que incluye las fases de evaluación, ensayos y distribución en el Programa de Sistemas de Producción de Maíz del CIAT.



La polinización controlada en el maíz permite la concentración de características agronómicas deseables en variedades que pueden ser potencialmente útiles.



La selección de combinaciones que sean genéticamente superiores se puede lograr basándose en información obtenida en pruebas replicadas de rendimiento.



Es necesario determinar el contenido de humedad de los granos para hacer los ajustes necesarios en los datos sobre rendimiento obtenido con el fin de hacer comparaciones. Para hacer esta determinación se toman muestras de grano que sean representativas de cada parcela.

Este sistema de multiplicación se establecerá como práctica permanente en el campo, para utilizarla como instrumento de adiestramiento, pero siempre se seguirá aplicando al germoplasma más promisorio que se tenga disponible a fin de que cualquier producto final del proceso pueda ser utilizado inmediatamente. Ambos sistemas tradicionales de producción de híbridos y esquemas de mejoramiento de poblaciones están incluidos en los programas de trabajo que se adelantan en vista de que los programas nacionales de maíz difieren en su orientación y el adiestramiento que se imparte debe ser lo más amplio posible.

En la Figura 1 se presenta un esquema del flujo del germoplasma de maíz por



Las muestras de grano obtenidas en el campo para determinación de humedad se analizan luego en el laboratorio.

medio de nuestro programa de mejoramiento, evaluación y distribución. Este esquema permite un uso eficiente, lógico y completo de cada introducción y toma en consideración una circulación rápida de grandes cantidades de material al mismo tiempo que disminuye la oportunidad de descartar algún germoplasma que sea valioso.

Este esquema permite una rápida evaluación y un empleo inmediato de materiales. La responsabilidad primordial del CIAT será la de hacer observaciones iniciales, labores de investigación y combinaciones a escala internacional. Los programas nacionales en la zona, las compañías comerciales y los cultivadores que colaboran con el CIAT compar-

ten la responsabilidad de hacer los ensayos de evaluación y la labor de selección con fines específicos. El programa de mejoramiento de maíz en el CIAT incluye: protección del cultivo, agronomía y estudio de suelos, nutrición, economía e ingeniería.

FISIOLOGIA VEGETAL

En una región en la cual el maíz se cultiva en una gama de microclimas, es esencial el logro de una adaptación más amplia de los híbridos comerciales y variedades. En América Latina existe una variación en la temperatura (causada por las diferencias en altura), precipitación pluvial y humedad relativa, fertilidad disponible y tipos de suelo, especialmente con respecto a elementos menores, y una variación considerable en

relación con la duración del día. El área sembrada con maíz en la mayoría de las zonas microclimáticas no justifica el establecimiento de un programa de mejoramiento ni de producción de híbridos específicos para esa área. Una solución viable es la de escoger una amplia gama de variedades y de compuestos adaptados, los cuales puedan luego ser ensayados en las diversas zonas y así, el material más adecuado para cada zona se debe incrementar en el área específica. El desarrollo y multiplicación de estos compuestos implica hacer ensayos en colaboración con los programas nacionales, así como la obtención de suficiente información sobre los factores que influyen en su adaptación.

La sensibilidad al fotoperíodo limita el intercambio de germoplasma entre el

Irrigación de un campo experimental en el cual se ha hecho una instalación eléctrica para suministrar luz artificial a lotes de plantas de maíz bajo experimentación. Con la ampliación del período diario de luz natural se logra obtener material genético con mayor adaptación a diferentes periodos de luz y a diferentes latitudes.



norte y el sur. Los estudios de campo hechos en 1971 revelaron la existencia de un sistema simple de transmisión hereditaria de la sensibilidad —probablemente gobernada por unos dos genes— y este patrón genético está siendo probado en el ciclo actual. Se está repitiendo un estudio de la duración crítica del día debido a que el primero que se hizo resultó inconcluyente. Se está investigando un material genético sintético de amplia base; procuramos determinar cuál es el sistema óptimo de transferencia de insensibilidad de nuestros materiales a otros germoplasmas valiosos. En el ciclo actual de cultivo se ensayan varios materiales procedentes de otros proyectos de estudio sobre fotoperíodo. En este trabajo colaboraron el CIMMYT, la Universidad de Missouri y la Universidad de Cornell.

La incorporación de la característica de insensibilidad a los materiales de clima templado y del trópico, facilitará su intercambio entre los cultivadores. La sensibilidad a la temperatura limita el fácil traslado y aprovechamiento del material genético de áreas altas a otras bajas y viceversa, en las zonas montañosas de la Zona Andina. En colaboración con algunos colegas colombianos y usando fuentes de luz artificial en el campo, en dos estaciones experimentales del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): Tibaitatá (2.600 m) y Turipaná (al nivel del mar), estamos explorando no sólo los efectos de la temperatura sino también su interacción con el fotoperíodo. Los resultados preliminares obtenidos en Turipaná, en la costa norte de Colombia, indican que la sensibilidad al fotoperíodo desaparece, o al menos es mínima, bajo altas temperaturas (temperatura media 28°C). Otro estudio hecho en colaboración con la Universidad de Purdue, en las mismas tres localidades (Tibaitatá, Palmira y Turipaná) determina los efectos de temperatura y de luz en el crecimiento del maíz, productividad, madurez y calidad proteica. El ensayo realizado en las tres localidades en las cuales colabora el ICA es parte de un proyecto más amplio, el

cual incluye localidades en México y en los Estados Unidos.

En 1971, la Universidad de Cornell inició un estudio con proyección internacional acerca de la tolerancia al frío y a la resistencia a las heladas. El CIAT está coordinando los ensayos en la Zona Andina. En San Jorge, Colombia (2.900 - 3.300 m), Santa Catalina, Ecuador (3.000 m) y Huancayo, Perú (3.300 m), se está seleccionando el germoplasma que sobrevivió los rigores de una exposición intensa del material en una cámara climática. Los resultados obtenidos darán una indicación acerca de la resistencia real al frío y a las heladas del material probado y servirán también para planear una recombinación de las líneas sobrevivientes para formar un sintético resistente. Luego, los materiales sobrevivientes que muestren mayor adaptación a las condiciones locales, provenientes de estas tres localidades en los Andes, se combinarán con sobrevivientes de otras localidades —Nepal, Kenia, Nueva Zelanda y Estados Unidos— para producir un compuesto internacional, el cual podrá ser utilizado en la extensión de todas las tierras templadas y tierras altas del área tropical.

El fitomejorador se preocupa continuamente por el tipo de planta y por la eficiencia lograda en el proceso de producción. En los actuales esquemas de selección se pone énfasis en: baja estatura de la planta, madurez precoz, mazorcas múltiples, menos hojas y menor área foliar. El uso eficiente de la luz solar, de los elementos básicos de la nutrición en el suelo y de la humedad, además de la mayor resistencia al acame o volcamiento, sugieren la necesidad de obtener una planta más pequeña. En el presente ciclo de cultivo estamos ensayando 50 líneas de sorgo de diverso origen, las cuales representan tipos de planta de tallo corto y alto, de madurez precoz y tardía, de mucha y de poca densidad foliar; de hojas erectas verticales y de hojas horizontales, de panículas abiertas y de panículas cerradas, diversidad en cuanto a color del grano y

otras características menos evidentes. Los datos sobre rendimiento se relacionarán con los correspondientes a características morfológicas de la planta. Así se podrá determinar si hay algunos tipos de planta que son más eficientes en producción de materia seca por día. Se han planeado estudios similares para el maíz.

AGRONOMIA DEL MAÍZ

Las deficiencias de microelementos continúan siendo uno de nuestros principales problemas agronómicos en el programa de maíz del CIAT. El bajo nivel de fecundación y de desarrollo de las plantas, el cual ha sido observado con frecuencia en varios ciclos de cultivo, aparentemente se puede corregir con aplicaciones de boro a razón de 2 a 3 kg/ha. La deficiencia de zinc que fue intensa en el cultivo de arroz, también afectó al maíz en un lote; la aplicación foliar o directa al suelo con sulfato de zinc redujo los síntomas foliares de la deficiencia. Un vivero de plantas de sorgo que se desarrolla actualmente en el campo muestra grandes diferencias entre las variedades sembradas a los niveles de boro, aparentemente bajos. La deficiencia se manifiesta en la aparición de rayas blancas en las hojas, proliferación vegetativa, desarrollo retardado o nulo de la panícula y crecimiento de las plantas sin uniformidad.

En los Llanos Orientales de Colombia, en la Estación Experimental de Carimagua, se estableció un ensayo para seleccionar 20 variedades e híbridos de maíz y 50 de sorgo, a los cuales se les ha aplicado diferentes niveles de cal (altos y bajos) y diferentes niveles de fósforo. Los resultados promisorios obtenidos en el presente ciclo de cultivo sugieren que la selección de material genético podrá proporcionar en el futuro un tipo de planta resistente, sobre el cual se pueda hacer una nueva o se utilice directamente en condiciones adversas de suelo.

PROTECCION VEGETAL

Entomología

Los cultivos de maíz y sorgo efectuados en la sede del CIAT en el primer

período de 1971 fueron seriamente atacados por el barrenador de tallo *Diatraea*; el recuento promedio de perforaciones por cada tallo fue de seis en el maíz y de tres en el sorgo. El lote de observación correspondiente a material de introducción de sorgo mostró grandes diferencias en cuanto a susceptibilidad a este barrenador; por tal razón, en el segundo ciclo de cultivo, se sembró un ensayo replicado con el propósito de seleccionar material con resistencia a este insecto. En este ensayo se incluyeron más de 300 entradas de sorgo y 100 tipos de maíz; sin embargo, en ese ciclo el nivel de ataque de la plaga se redujo considerablemente. Este inconveniente que retrasa el programa de investigación se podrá superar cultivando artificialmente una determinada cantidad de larvas con las cuales se pueda hacer una infestación artificial, controlada y uniforme, del campo experimental. Quincenal y mensualmente, se harán siembras de maíz, sorgo y leguminosas de grano con el fin de observar las fluctuaciones estacionales de la población de insectos.

Un pequeño ensayo que incluyó diversas fórmulas promisorias de insecticidas granulados comerciales dio muy buenos resultados en el control del *Spodoptera* sp., pero las diferencias entre tratamientos no fueron evidentes debido a que un *Braconidae* ejerció un control natural del insecto, por medio del cual se alcanzó un nivel de control del 40 por ciento en combinación con un hongo parasitario, el cual produjo un control del 80 por ciento en el presente ciclo de cultivo. La Universidad de California ha colaborado en la identificación del hongo que ataca al *Spodoptera* clasificándolo como *Metarrhizium anisopliae*. Estos ensayos de selección y de dosificación de insecticidas son muy valiosos para el desarrollo de los sistemas de producción del CIAT y en especial, para el adiestramiento de entomólogos en la amplia gama de actividades que se presenta al trabajar en un programa nacional o comercial. La disponibilidad de un hongo parasitario que pueda utilizarse en el

control del **Spodoptera** abre nuevas posibilidades para el agricultor. El programa del CIAT continúa dando mucho énfasis al control integrado y al empleo mínimo de insecticidas, lo cual contribuirá a reducir el costo de producción y conservará la población natural de insectos depredadores.

Fitopatología

En Colombia no se ha presentado el virus del mosaico que produce el achaparramiento del maíz. La visita al CIAT de un técnico brasileiro en microscopia electrónica, más nuestras observaciones en el campo de algunos síntomas parecidos a los que produce el virus, nos condujeron a la identificación de dicho virus en plantas de maíz y de sorgo. Se están llevando a cabo estudios sobre inoculación y transmisión. En campos vecinos de maíz y sorgo situados en el Valle del Cauca, se han observado trazas de infección con este virus, el cual es transmitido por áfidos. Con el fin de obtener material genético resistente a dicha infección, en el próximo ciclo de cultivo, se hará una selección del germoplasma disponible. Las siembras mensuales de maíz, sorgo, yuca y leguminosas proveerán información acerca de las fluctuaciones estacionales del inoculo natural de este patógeno en los cultivos de secano.

Control de malezas

En el segundo ciclo de cultivo del año se sembraron lotes de ensayo con el propósito de evaluar por separado los efectos de la competencia de especies de malezas de hoja ancha y de especies de gramíneas en los cultivos de maíz. En estos ensayos se determinará cuál es la época en la cual cada especie compete con mayor vigor y se observarán los efectos de la fertilidad y de población de las plantas cultivadas sobre la población de malezas. Cada ensayo se repetirá en varios ciclos de cultivo para obtener resultados confiables. La sensibilidad a la atrazina, en algunas variedades de maíz y sorgo, tiene importancia comercial inmediata. Debido a

que algunos agricultores utilizan ampliamente herbicidas a base de triazina, sería conveniente que los programas de mejoramiento de maíz utilicen la atrazina en aplicaciones rutinarias o sometan el material con el cual trabajan a pruebas específicas para determinar su sensibilidad a este herbicida, antes de iniciar un largo proceso de mejoramiento de tales materiales, el cual puede comprender varios ciclos de cultivo.

ECONOMIA AGRICOLA

A fines del año 1970, se inició un análisis multidisciplinario de los factores asociados con los bajos rendimientos de maíz en Colombia (ver el Informe Anual del CIAT de 1970). Los objetivos de este estudio son: 1) identificar los factores importantes asociados con los bajos rendimientos del maíz entre los pequeños agricultores, en ciertas regiones de Colombia previamente escogidas; 2) determinar la interrelación entre estos factores; 3) sugerir aquellos enfoques del problema que puedan significar aumentos en los rendimientos obtenidos, y 4) desarrollar una guía metodológica que se pueda aplicar en estudios similares en otras regiones.

Se desarrolló un modelo que sirva para ilustrar las relaciones más importantes que existen entre los factores que determinan el rendimiento del maíz. Pareciera que existen tres grupos de factores que determinan directamente el rendimiento: 1) factores naturales, tales como suelos y condiciones climáticas; 2) cantidad y calidad de insumos usados, y 3) manejo. A su vez, el empleo de los insumos y el manejo son determinados por otros factores. El análisis cuantitativo de este proyecto se concluirá a principios de 1972.

CALIDAD PROTEICA DEL GRANO

Selección de maíz opaco-2 con tipo cristalino

En 1971 se continuó la búsqueda de un maíz de mejor calidad, con un endosperma cristalino. Los resultados obtenidos en análisis biológicos y de

CUADRO 1. Análisis de laboratorio y evaluación biológica de selecciones cristalinas y opacas derivadas de H-208, en comparación con la caseína y el maíz común.

Análisis de Laboratorio	Caseína	H-208 opaco	H-208 crist.	H-207 normal
Proteína		8.9	9.6	9.9
Lisina		4.0	3.7	2.7
Triptófano		.87	.76	
Estudios sobre crecimiento de ratas				
REP (relación de la eficiencia de la proteína)	3.68	3.21	2.81	1.43
Porcentaje de Caseína	100	87.2	76.4	39.4
Estudios sobre balance del N (en niños)				
Digestibilidad	98	91	87	78
Utilización neta de proteína	75	69	65	36
Valor biológico	77	76	75	47
Retención de N/día	1.81	1.52	1.50	.93

laboratorio son prometedores; los estudios preliminares sobre equilibrio de nitrógeno realizados con grupos de niños, confirmaron los resultados obtenidos en pruebas de laboratorio y en ensayos efectuados con ratas. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de tales resultados.

La calidad de las selecciones del maíz cristalino amarillo es esencialmente igual a la del fenotipo original del harinoso opaco-2. La selección hacia un endosperma cristalino en un híbrido blanco, el H-255 fue paralela a una reducción en los niveles de lisina y de triptófano, así como a un menor valor biológico, cuando este híbrido fue suministrado a las ratas.

El programa de maíz del CIAT pone énfasis en la selección de un tipo de grano "casi cristalino"; los análisis de laboratorio se utilizan para verificar el aumento en los niveles de lisina. Con el fin de concentrar los genes modificadores para obtener un germoplasma satisfactorio, planeamos incluir las características del maíz opaco-2 en todo aquel material genético que sirva de base para hacer las selecciones que se consideren apropiadas, para luego seleccionar en busca de calidad y de endosperma duro. El éxito inicialmente obtenido con estas selecciones indica que dentro de poco tiempo habrá disponibilidad de una ver-

sión comercial del maíz opaco-2, con un tipo de grano que sea más aceptable.

Efectos del clima sobre la calidad de la proteína

En un párrafo anterior se hizo mención del estudio cooperativo del CIAT con la Universidad de Purdue sobre la calidad proteica del grano. Esta investigación se ha efectuado, en un solo ciclo de cultivo, en Turipaná y en Palmira. Con las mazorcas cosechadas en dos épocas del año en Turipaná y en Palmira y en un ciclo de cultivo más dilatado efectuado en el altiplano de la sabana de Bogotá, se obtendrá, en 1972, suficiente información sobre calidad proteica del grano. Además, en estas tres localidades, se han instalado instrumentos adecuados para medir la energía de la luz. Esta información climática se relacionará con la que se obtenga sobre madurez y calidad, a fin de hacer las respectivas correlaciones.

Trabajos sobre nutrición con maíz

En colaboración con el ICA, el Programa de Ganado Porcino del CIAT ha realizado un análisis extensivo del maíz harinoso-2 y de la combinación de éste con el maíz opaco-2. En todos los ensayos, el gene harinoso-2, ya sea solo o en combinación con el opaco, es inferior a los híbridos comerciales de maíz opaco-2. Pareciera que no se justifica el conti-

nuar el estudio sobre los materiales de harinoso-2. En la sección sobre Sistemas de Producción de Ganado Porcino, en el presente informe se dan resultados más detallados sobre este asunto. La continuación de la investigación ya iniciada utilizando cerdos nos permitirá evaluar en forma más concreta aquellas selecciones nuevas de maíz que parezcan prometedoras y que hayan sido desarrolladas por el programa de fitomejoramiento. En los estudios sobre nutrición porcina hechos durante el ciclo de vida completo se continuará analizando el efecto a largo plazo de una dieta con el maíz opaco-2 como fuente principal o única de proteínas (ver párrafo correspondiente en la sección sobre Porcinos). Se están evaluando otras fuentes de proteínas en término de sus respectivos valores como suplemento de una dieta con maíz opaco-2.

Después le que identifiquemos las selecciones apropiadas para las tierras desgastadas de los llanos, en donde el cultivo del maíz podría resultar no rentable, se hará la evaluación nutricional del sorgo.

PROMOCION DEL MAIZ OPACO-2

Un comité inter-institucional está promoviendo en Colombia la adopción del maíz opaco-2. Aunque esta actividad corresponde primordialmente al ICA, este proyecto ha sido apoyado parcialmente por el CIAT y por fondos procedentes del UNDP, administrados por el CIMMYT. Varias entidades colombianas han participado en ensayos de campo, investigaciones sobre nutrición, estudios sobre la aceptabilidad del maíz por parte del consumidor y en actividades de promoción. La venta de semilla y el número de hectáreas sembradas muestran un marcado incremento a partir de la in-



El adiestramiento de técnicos jóvenes recibe atención especial en el programa de maíz del CIAT.

roducción de este maíz, en 1968 (Cuadro 2).

ADIESTRAMIENTO EN MEJORAMIENTO Y PRODUCCION DE MAIZ

En 1971, un grupo de fitomejoradores de maíz procedentes de Ecuador, Haití y Honduras participaron en un programa de mejoramiento y fisiología. Diez estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional trabajaron en el programa de maíz del CIAT, durante las vacaciones y en los períodos entre semestres académicos. Además de este "adiestramiento en servicio" a tiempo completo, los programas de maíz del CIAT y del ICA organizaron un curso intensivo sobre fitomejoramiento, el cual se realizó en el mes de junio. El objetivo principal era el de compartir experiencias y brindar nueva información a un grupo de fitomejoradores, cuya experiencia con dicho cultivo fluctuaba entre uno y cuatro años. Un grupo de 10 técnicos participó en la planeación,

CUADRO 2. Semilla de maíz opaco-2 distribuida por la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero.* Años 1968 a 1971.

Año	Toneladas vendidas	Hectáreas sembradas	Familias beneficiadas
1968	2	100	250
1969	8	500	400
1970	40	2.000	8.000
1971	230	13.200	52.800

* Entidad colombiana que promueve el crédito, producción de semilla y mercadeo.

presentación de conferencias y evaluación de las mismas. Hubo presentaciones especiales por parte de miembros del personal técnico del ICA, del CIAT y de otras instituciones. Se distribuyeron algunos libros de referencia sobre mejoramiento y genética del maíz. Este tipo de adiestramiento intensivo resultó provechoso para los participantes; sin embargo, es posible que el aprovechamiento sea mayor si se organizan cursos especializados que incluyan menos tópicos. En el año próximo se organizará este tipo de cursos.

Los futuros becarios adquirirán experiencia sobre producción de maíz antes de que se dediquen a tiempo completo al estudio de fitomejoramiento o a otros campos especializados. Esta experiencia práctica en diferentes fases del cultivo de maíz les ayudará a orientar sus intereses y sus actividades de investigación hacia la solución de aquellos problemas reales que se presentan al agricultor. Este período previo de obtención de experiencia práctica ayudará a los agrónomos a que sepan primero cómo cultivar bien un lote de maíz y luego concentrarse en las técnicas de fitomejoramiento, fisiología vegetal, protección de cultivos y fertilidad del suelo.

El personal técnico que trabaja en el Programa de Maíz ha participado activamente en el Programa de Adiestramiento en Producción de Cultivos que auspicia el CIAT. A los becarios de este último programa se les ha preparado seminarios sobre fitomejoramiento, sistemas de producción, fisiología, protección de cultivos, nutrición, economía e ingeniería. La participación del personal técnico del CIAT en este programa incluye a los científicos, investigadores asociados y asistentes, así como a becarios del Programa de Maíz.

ACTIVIDADES INTERNACIONALES SOBRE MAÍZ

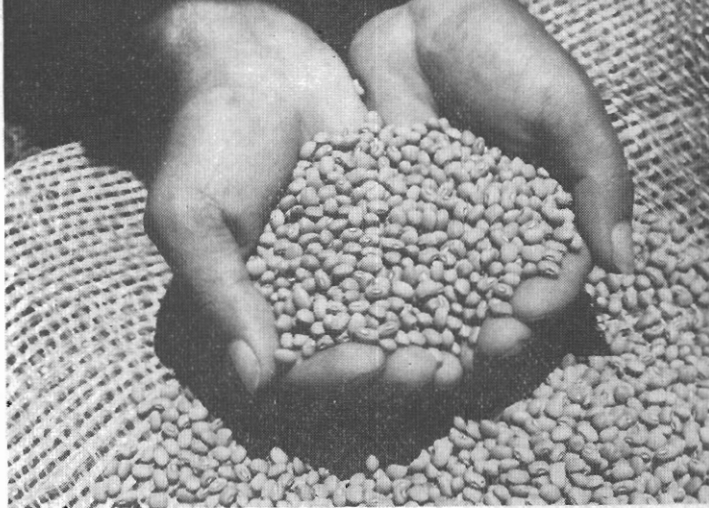
En el mes de noviembre, auspiciada por el ICA y el CIAT, tuvo lugar en Palmira la IV Conferencia sobre Maíz en la Zona Andina. Más de 50 participantes de 12 países presentaron trabajos preparados especialmente para este evento.

En sesiones de mesa redonda se discutieron temas sobre fitomejoramiento, fisiología y agronomía, protección de cultivos, nutrición, economía y también sobre el cultivo de sorgo. El grupo decidió reunirse cada año en diferentes localidades de la zona. Se va a considerar un plan alternativo que incluye la organización de una reunión general cada dos años y de una "sesión-taller", de índole más especializada, en los años intermedios.

El CIAT está coordinando ensayos regionales en la Zona Andina y continuará sirviendo como fuente de información, distribución de información y banco de germoplasma para los diversos programas nacionales. A partir de 1972, se publicará un boletín bimensual. En 1971, un equipo conjunto del CIAT y del CIMMYT evaluó los programas nacionales de Colombia y Ecuador.

La coordinación de los proyectos de investigación y de otros eventos cooperativos hace necesario el viajar frecuentemente en Colombia y dentro de toda la zona. En el último año, los científicos que trabajan con el Programa de Maíz han visitado Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela, Brasil, América Central y México. Además, han asistido a reuniones técnicas en Estados Unidos (California, Nueva York y Florida), así como en Filipinas, Nigeria y México, en donde presentaron los resultados de sus investigaciones relacionadas con los proyectos sobre maíz que desarrolla el CIAT y que se han descrito en párrafos anteriores. Los investigadores asistentes y los becarios han trabajado en Carimagua, Turipaná y Tibaitatá, así como en otras estaciones experimentales del ICA en Colombia, como parte de sus actividades de investigación y de adiestramiento. Estos proyectos de investigación cooperativa y viajes de consulta y cooperación internacional están acordes con el espíritu y filosofía internacional del CIAT y a la vez, proveen un vehículo para intensificar el intercambio de germoplasma e información así como la discusión de ideas en la Zona Andina y en las áreas tropicales de este y de otros Continentes.

Sistemas de Producción de Leguminosas Comestibles



El objetivo del CIAT en su esfuerzo limitado sobre mejoramiento de las plantas leguminosas comestibles, es el de contribuir al desarrollo de mayores fuentes de proteína de mejor calidad para la población de América, Asia y África, la cual no tiene posibilidad de adquirir alimentos con proteínas de origen animal.

La persona adulta necesita consumir aproximadamente un 14 por ciento de proteínas en su dieta. Las leguminosas comestibles tienen un alto contenido de proteína en las semillas comestibles. El porcentaje de proteínas varía de un 15 a un 45 por ciento. Sin embargo, el rendimiento del grano ha sido persistentemente bajo en comparación con el de los cereales. Con el incremento en la producción de trigo y de arroz, el precio en el mercado de dichos artículos tiende a ser más favorable para el consumidor y para el agricultor, el cual puede obtener mayores ganancias por cada unidad de área de terreno. El resultado directo de esta situación es una menor producción de granos de leguminosas comestibles y un menor número de personas que recibe el efecto benéfico de las proteínas proporcionadas por las plantas leguminosas.

El CIAT ha comenzado a trabajar con leguminosas comestibles, principalmente

con frijol común (*Phaseolus vulgaris*), y en escala limitada, con soya (*Glycine max*), con caupí (*Vigna sinensis*) y frijol mungo (*Phaseolus aureus*).

ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

Frijol común

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) envió al CIAT, para observación, selección e incremento, 3.880 colecciones de frijol común. Con este importante material se han hecho siembras en Palmira y Medellín, con la cooperación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Se han tomado notas de campo en parcelas de introducción con relación a 32 caracteres agronómicos incluyendo características morfológicas y de reacción de las plantas a las diversas enfermedades que afectan el cultivo. La población total de determinadas introducciones y plantas individuales seleccionadas de las mismas, están siendo observadas, y sembradas para someterlas a una nueva selección. Se está tratando de formar una colección con aquellas plantas que muestren tener diversas características deseables y que constituyen material genético promotor.

Soya

Con el fin de estudiar si los factores hereditarios que determinan la época de floración y la duración del período de crecimiento, se está adelantando un trabajo de tesis utilizando material en generación F_3 . Uno de los progenitores que intervienen en estos dos estudios paralelos ha demostrado tener buena capacidad de rendimiento y en general, buenas características agronómicas; ese progenitor fue cruzado con una introducción proveniente del material originario de Ryukyus Island. Los dos progenitores del primer grupo responden a las condiciones ambientales del CIAT en igual forma que como lo hace la mayoría de las variedades provenientes de los Estados Unidos, es decir, se obtienen plantas pequeñas, de florescencia y madurez precoces. En cambio, las introducciones de otra procedencia florecen y maduran más tarde. El material importado de los Estados Unidos florece entre los 25 y 35 días; otras introducciones florecen entre los 45 y 85 días después de nacer la planta.

Es posible aumentar el rendimiento de los actuales sistemas de producción demorando genéticamente la época de floración, permitiendo que la planta adquiera mayor crecimiento vegetativo antes de la reproducción, y retrasando la maduración. Al fijar como metas estos dos cambios en las características de la planta, esperamos obtener una planta más alta, con vainas que se formen a mayor altura del suelo y además, aumentar el rendimiento de semilla.

Una de las introducciones que fue utilizada como progenitor, ha demostrado tener resistencia a ciertos insectos que se presentan en los Estados Unidos, particularmente, contra el escarabajo mexicano del frijol.

Debido a su fuerte respuesta fotoperiódica a la florescencia, ha sido difícil lograr hacer cruzamientos en las latitudes existentes en los Estados Unidos. En la sede del CIAT se está llevando a cabo un proyecto de mejoramiento genético

que incluye 22 variedades establecidas que son extensamente cultivadas en el sur de los Estados Unidos, así como estas nuevas introducciones.

En cooperación con el personal del Programa de Maíz del CIAT, se inició la observación de materiales respecto a su reacción a fotoperiodismo con el objeto de seleccionar por insensibilidad al fotoperíodo. Hasta el momento, no se ha logrado ninguna evidencia al respecto. Sin embargo, se ha comprobado que existen grados de sensibilidad; por lo tanto, se hará una selección de aquel material que presente baja sensibilidad.

Caupí

Se ha enviado a la Estación Experimental de Carimagua, en los Llanos Orientales de Colombia, material de estudio que incluye caupí, soya y frijol común, con el propósito de observarlo en ese ambiente, que, entre otras particularidades, presenta suelos ácidos y sequías ocasionales. Parece que el caupí resulta promisorio. En un experimento que incluía tres niveles de aplicación de cal y un testigo (6.0, 2.0, 0.5 y 0 toneladas CaCO_3 por hectárea), la mayor aplicación de cal produjo un mayor desarrollo de la planta. Las variedades de caupí se desarrollaron bien y produjeron un buen rendimiento con los tratamientos de 0 y 0.5 tons/ha de cal, a pesar de las limitaciones de suelo y de humedad.

Se están observando 1.500 colecciones de caupí en la Estación Experimental de Marconia, del ICA, cerca al puerto de Santa Marta. En la sede del CIAT se plantarán aquellas selecciones con características sobresalientes.

Frijol mungo

Cincuenta colecciones de frijol mungo se recibieron de la Universidad de Missouri para su observación. Aunque el crecimiento vegetativo no ha terminado al escribir el presente informe, es evidente que el tamaño de las plantas y la producción de semillas serán pequeños.

Las parcelas experimentales en las que se estudian diversas características agromónicas en plantas leguminosas comestibles son objeto de observación frecuente y cuidadosa, bajo condiciones tropicales.

A través de prácticas de fitomejoramiento y de selección, el programa de soya del CIAT busca la obtención de linajes más productivos. Un especialista hace una evaluación en una población de plantas en generación F₁.

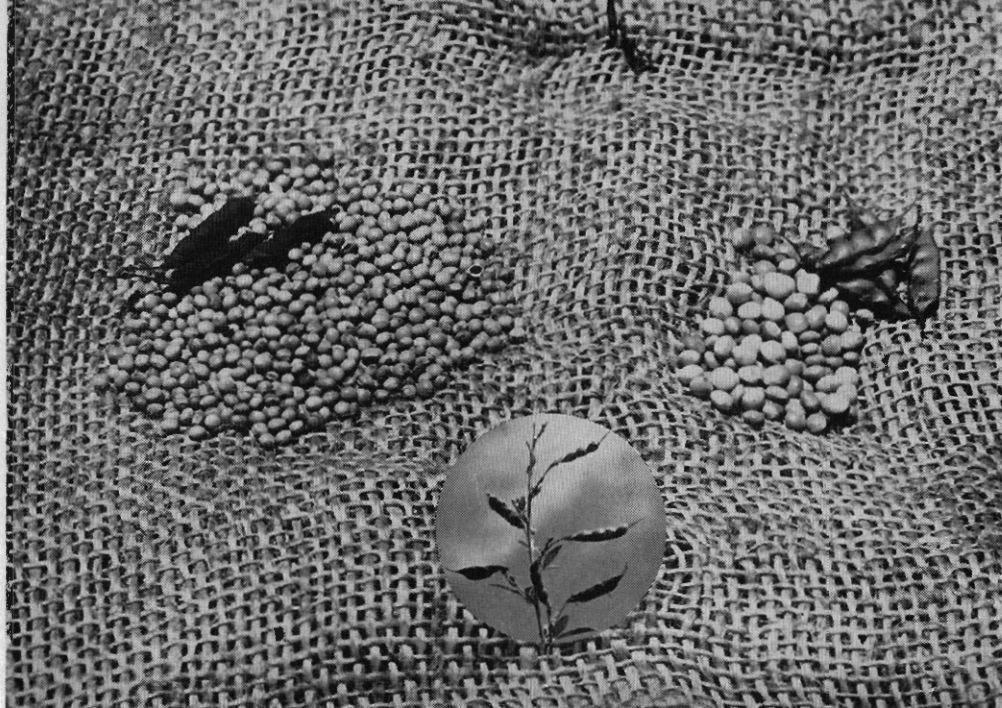


Rhizobium

Un microbiólogo de suelos ingresó al personal técnico del CIAT, en mayo de 1971. Se hacen estudios de campo y de invernadero para determinar cuales cultivos de bacterias son más efectivos en las relaciones simbióticas con diversas especies leguminosas, tales como *Phaseolus vulgaris*, *P. aureus*, *Glycine max*, *Arachis hipogaea* y *Cajanus cajan*.

Se está haciendo un reconocimiento preliminar con el fin de estudiar la distribución de rhizobium en el suelo y la efectividad de las cepas nativas.

Está en proceso una investigación para determinar el uso potencial de diferentes sustancias que sirvan como vehículo de inoculantes. Al tener un mejor conocimiento en este campo se po-



El guandul (*Cajanus cajan*) produce buenos rendimientos aun con bajos niveles de tecnología. A la izquierda: porción de grano seco (y su respectivo elemento de reproducción o vaina) el cual puede sustituir en la alimentación humana al frijol común o habichuela produciendo 3 tons/ha, o sea, más del doble que el frijol. A la derecha: porción de grano verde (con su elemento de reproducción) el cual puede sustituir a la alverja o guisante. En el círculo aparece el elemento de reproducción del guandul cuando aún no ha alcanzado su maduración.

drá ampliar el radio de acción en relación con las distancias a las que se puede servir con inoculantes activos y con la extensión de las áreas en las que se introduzcan los inoculantes.

Suelos

Los estudios sobre micronutrientes que lleva a cabo el CIAT incluyen tres variedades de soya y tres de frijol común. En suelos con pH alto, el zinc es el micronutriente más limitante. El hierro, el manganeso y el boro presentaron pequeñas respuestas. La soya tiene una reacción más notoria que el frijol común con respecto a la aplicación de micronutrientes.

Protección vegetal

Se han iniciado estudios sobre aplicación de herbicidas. La soya y especialmente el frijol común compiten muy pobremente con otras plantas. Si se puede determinar cual es el mejor tratamiento

para controlar las malezas, los rendimientos de las cosechas aumentarán en forma notoria.

ADIESTRAMIENTO

Se ha proporcionado adiestramiento a algunos científicos jóvenes que son prometedores como futuros investigadores. Uno de los estudiantes que trabaja en el programa es actualmente asistente de investigación dentro del personal del CIAT; otro estudiante está recibiendo adiestramiento en fitomejoramiento de la soya.

Se ha colaborado en el adiestramiento de los estudiantes del Programa de Producción Agrícola en diferentes aspectos relacionados con agronomía, fisiología y genética, con el propósito de que se familiaricen con los métodos de cultivo y conozcan cuales son los puntos fuertes y débiles que pudieran existir en los diferentes sistemas de producción de soya y de frijol común.

INGENIERIA AGRICOLA Y OPERACION DE LA ESTACION EXPERIMENTAL

El grupo de Ingeniería Agrícola del CIAT, entre otras actividades, llevó a cabo, en el año 1971, las siguientes: adiestramiento de ingenieros agrícolas en desarrollo de estaciones experimentales, operación de las mismas, programas de elaboración de productos agropecuarios y aspectos administrativos relacionados con el manejo de estaciones experimentales.

En el período comprendido entre mayo hasta agosto de 1971, se brindó la oportunidad a cuatro estudiantes de tercer año de ingeniería agrícola de la Universidad del Valle y tres estudiantes de quinto año de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional en Medellín de trabajar en el Programa de Ingeniería Agrícola del CIAT con el propósito de que adquirieran experiencia en labores de manejo y mantenimiento de maquinaria agrícola, mecánica, topografía, preparación de tierras, siembra de diferentes cosechas, cultivo y recolección de las mismas, y supervisión de diferentes labores de campo.

Seis ingenieros agrícolas graduados también obtuvieron experiencia práctica por un período de seis meses, o sea, de junio a diciembre. Uno de estos técnicos trabaja actualmente con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en una estación experimental situada en el trópico colombiano; otro es empleado del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA) en proyectos de irrigación y drenaje. Otro miembro de este grupo trabajó en el planeamiento y desarrollo de la Estación Experimental de Bolíche, Ecuador, y ha sido contratado por la Universidad del Valle para asesorar a los estudiantes de ingeniería agrí-

cola en sus experiencias de trabajo. Los otros técnicos continúan su período de adiestramiento.

La técnica de adiestramiento ha consistido en situar al estudiante dentro del grupo de personal calificado en labores específicas: con un tractorista, un mecánico, un topógrafo, un supervisor laboral y un ingeniero de campo. Actúa inicialmente como asistente de las mencionadas personas y luego, ocupa su posición antes de comenzar a trabajar en otra fase de su adiestramiento. La permanencia en cada una de estas posiciones varía de unos pocos días a cinco semanas. Posteriormente, el estudiante debe presentar un informe escrito sobre la experiencia obtenida en cada una de las fases de su adiestramiento, el cual se conserva como una referencia de su desempeño profesional y constancia de las actividades que desarrolló cada uno de los estudiantes. El propósito que se busca con este sistema de adiestramiento es desarrollar responsabilidad en el estudiante y poner énfasis en la importante interrelación que existe entre los supervisores y los trabajadores, para que pueda él apreciar la necesidad de seleccionar, adiestrar, estimular y dirigir personal idóneo con el cual pueda llevar adelante el programa que tenga a su cargo en su respectivo país.

Desarrollo de la Estación Experimental

En el año 1971, las labores encaminadas a desarrollar la Estación Experimental en la sede del CIAT han continuado a toda marcha. Además, se tomaron fotografías aéreas del área que ocupa la estación, a fin de utilizarlas como material de referencia y de ilustración sobre

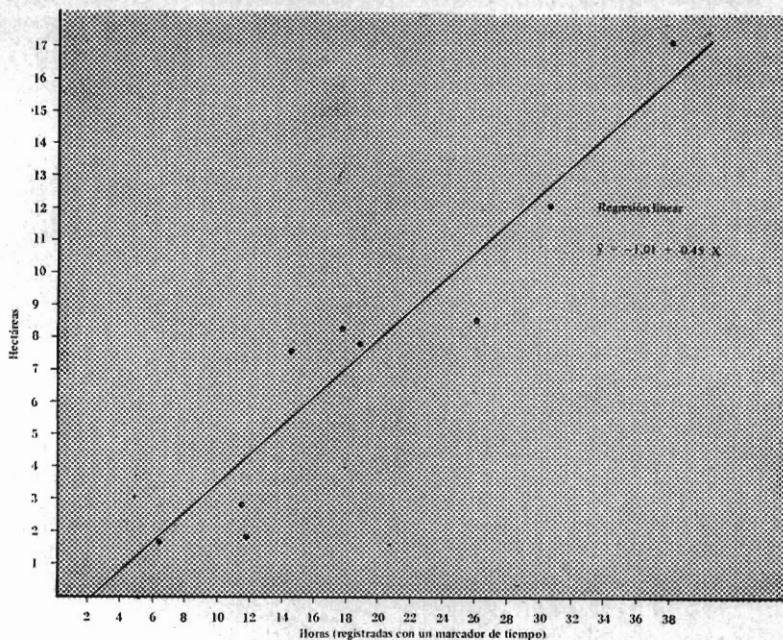


FIGURA 1. Número de hectáreas aradas por hora, según el registro hecho con un marcador de tiempo adaptado a un tractor IH modelo 856, con arado reversible de cuatro discos (28 pulgadas de diámetro).

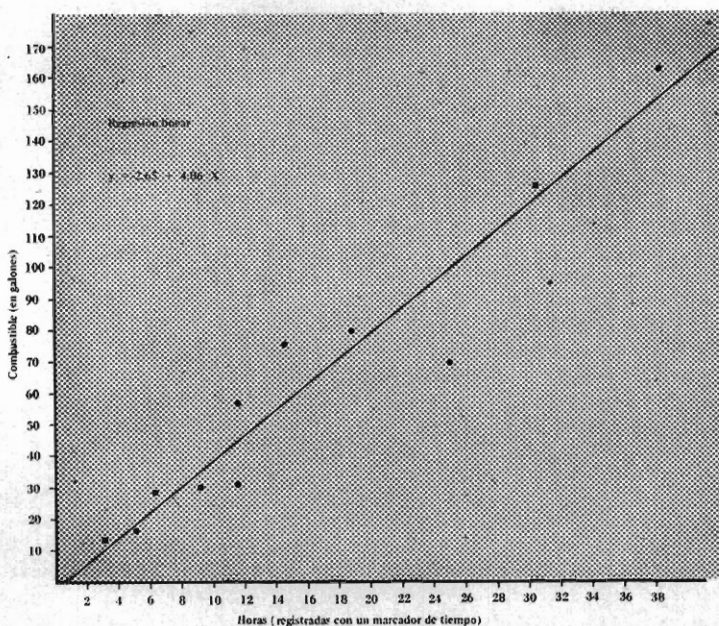


FIGURA 2. Consumo de combustible Diésel por hora, según el registro hecho con un marcador de tiempo adaptado a un tractor IH modelo 856, con arado reversible de cuatro discos (28 pulgadas de diámetro).

el progreso logrado en el desarrollo de la estación así como en la localización de aquellas áreas que presenten problemas de suelos.

Sistemas de producción

Los sistemas de producción agrícola requieren la disponibilidad de personal competente para el desarrollo, mantenimiento y operación no solamente del área en la cual se establecerán los cultivos sino también de caminos, canales de irrigación y drenaje, construcciones y talleres que sean necesarios para la producción de un cultivo. Una gran porción del tiempo trabajado se ha dedicado a la producción de cultivos a escala comercial y experimental utilizando para ello la mejor información disponible. En determinados campos de cultivo se ha llevado un registro de los insumos agrícolas y tipo de maquinaria que se han utilizado con el propósito de obtener información sobre costos de producción y niveles de retribución económica. El trabajo de la maquinaria agrícola ha sido clasificado en 33 categorías; registrando factores, tales como, consumo de combustible, el tipo de trabajo efectuado, reparaciones mecánicas y número de horas trabajadas para cada máquina. Las Figuras 1 y 2 representan gráficamente algunos datos obtenidos.

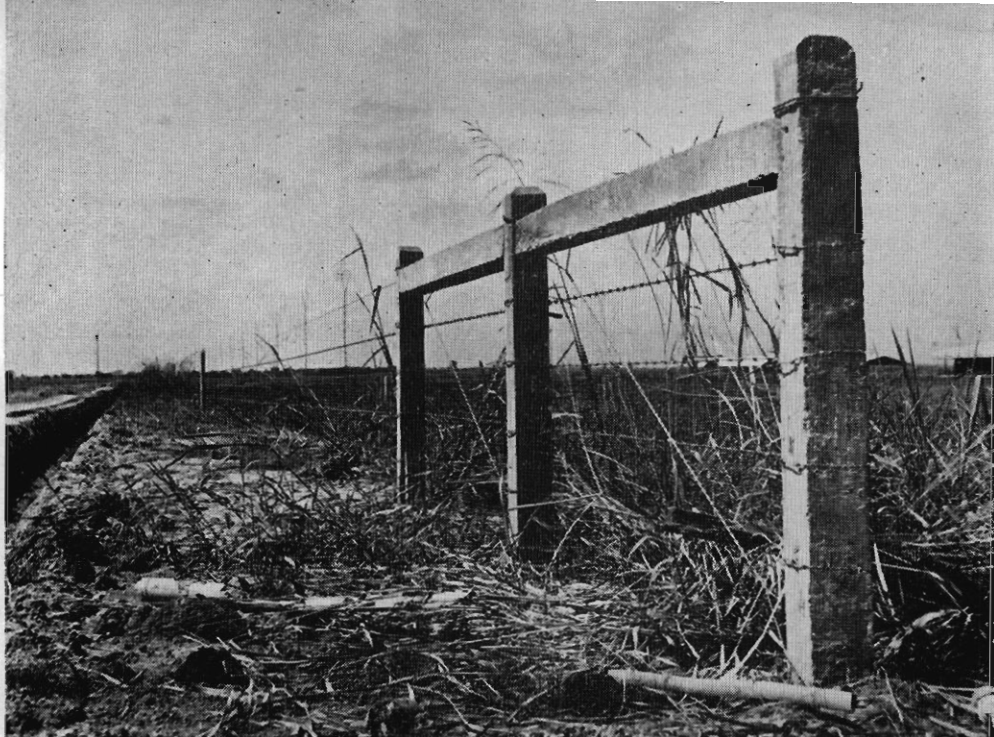
El empleo de maquinaria agrícola constituye la excepción y no la regla en cuanto a sistemas de producción agrícola. En su gran mayoría, los cultivos de maíz, yuca y leguminosas de grano en su mayor parte se hacen sin mecanización. Por tal razón, hemos clasificado las operaciones rutinarias de trabajo de campo en 30 grupos; para cada grupo se ha establecido un contrato de trabajo específico. Estos contratos se utilizan en las diferentes labores de mantenimiento y operación de las áreas de cultivo de la estación experimental y en el desarrollo de los diferentes sistemas de producción de cultivos. En cualquier sistema de producción, en las zonas bajas del trópico, es necesario lograr un balance lógico entre el empleo de mano de obra y de

maquinaria agrícola. La necesidad de producir alimentos y de crear fuentes de empleo son factores fundamentales en el desarrollo de esas zonas. El empleo racional de maquinaria contribuirá a aumentar la producción de alimentos y las fuentes de trabajo. Es en tales labores de campo como el desmonte, preparación de tierras, transporte de productos cosechados, apertura de canales de irrigación y drenaje, en las que, con mayor frecuencia se utiliza en una forma eficiente la maquinaria agrícola.

En los trópicos uno de los problemas principales en la producción agropecuaria es la falta de maquinaria y de sistemas adecuados de trabajo para el establecimiento de cultivos durante la época de lluvias. El año 1971 fue excepcionalmente húmedo; por tal razón, no hubo oportunidad de sembrar arroz bajo condiciones de suelos saturados debido a que no fue posible preparar el terreno en seco y no se pudo efectuar la siembra de otros cultivos.

La falta de equipo apropiado impide la fácil preparación de tierras húmedas, operación tan ampliamente usada en las áreas de producción de arroz en el Asia. Las vastas y mal drenadas áreas que existen en América Latina podrían ser aprovechadas y convertirse en zonas de alta producción arroceras. La presencia de malaria y la ausencia de tracción animal, por ejemplo, de búfalos, son factores que han contribuido a la subutilización de estas áreas, potencialmente valiosas.

Desde noviembre de 1970 hasta enero de 1971, el ingeniero agrícola fue asesor del Banco Mundial en la evaluación de un préstamo para financiar el desarrollo de las entidades experimentales agrícolas en España. Este técnico también asesoró, en marzo, julio, septiembre y octubre, al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador en el desarrollo de las estaciones experimentales agrícolas tropicales en Boliche, Pichilingue y Puerto Viejo, con mayor énfasis en la de Boliche.



Las cercas que se han instalado en la sede del CIAT utilizan postes separados entre sí a distancias mayores de las que se usan corrientemente.



ECONOMIA AGRICOLA

El Programa de Economía Agrícola ha sido parte integral del programa global del CIAT. Se llevan a cabo los estudios económicos que complementan los que se desarrollan alrededor de los programas sobre los productos agropecuarios, con los cuales trabaja el CIAT, a excepción de leguminosas comestibles. Aunque en tales estudios se da mayor énfasis a los problemas económicos de producción, también se consideran los problemas de mercadeo. Se le da especial atención a las consecuencias económicas, v.g., los efectos sobre los precios, la distribución del ingreso, la inversión de capital, el empleo de recursos humanos y el comercio exterior de aquellos productos agropecuarios en los cuales trabaja el CIAT y en otros que podrían considerarse como sustitutos en un programa de producción agrícola o pecuaria.

En esta sección del informe se presenta información relacionada solamente con aquellas actividades de los economistas agrícolas que no están incluidas en la sección del informe correspondiente a los programas de productos agropecuarios.

Estudio de recursos humanos en el campo

En las tierras bajas del trópico hay un empleo intenso de recursos humanos en la producción agrícola. La población rural aumenta aunque su proporción de la población total disminuye. En consecuencia, hay problemas específicos de importancia socioeconómica relaciona-

dos con el mercado de mano de obra agropecuaria.

Se hizo un estudio en colaboración con la Universidad del Valle para evaluar el impacto del aumento de la producción agrícola sobre el empleo rural y los jornales.

Los datos relacionados con los jornales de campo de 1967 a 1971 fueron obtenidos de varias regiones de Colombia con la cooperación de la Caja de Crédito Agrario. La información sobre el empleo rural, producción agrícola y jornales para los años de 1950 a 1970 se obtuvieron de otras fuentes secundarias.

El sector de mano de obra recibió solamente una pequeña parte del incremento en el total de ingresos obtenidos por el sector agrícola durante el período estudiado. El aumento total en la remuneración de este sector laboral fue casi igualado por el aumento en el empleo; de aquí que el promedio real de los jornales por trabajador permaneció casi al mismo nivel a lo largo del período de cinco años, es decir, de 1967 a 1971. Debería señalarse que la expansión de la producción agrícola fue pequeña durante el período estudiado. De aquí que las conclusiones de este estudio puedan no tener validez al producirse una rápida expansión en la producción.

Impacto económico de la nueva tecnología

Se está haciendo un estudio para evaluar el impacto de las rápidas expansiones que puedan ocurrir en la elaboración

de ciertos productos agropecuarios seleccionados sobre determinados factores claves tales como precios, ingresos, distribución de ingresos, inversión, empleo y comercio exterior.

En tanto que la investigación y la extensión agrícolas pueden tener como objetivo el aumento de la producción, la meta final de estas actividades debiera ser el mejoramiento del bienestar social y económico de la gente. De ahí que para orientar la investigación, la extensión y la política pública, con el fin de lograr una máxima contribución en el bienestar social, se considera importante conocer el impacto que se logra con el aumento de producción sobre los factores anteriormente mencionados.

Se está desarrollando un modelo matemático para evaluar el impacto de la rápida expansión de la producción sobre estas variables. Se está procurando diseñar un marco de referencia con el cual se pueda estimar la distribución de beneficios derivados de la introducción de nueva tecnología, bajo diferentes alternativas de políticas públicas relacionadas con la actividad agropecuaria.

Como primer paso hacia la obtención de información cuantitativa para incorporar en el modelo, se está llevando a cabo un estudio para estimar las elasticidades precio-directas y cruzadas y la de ingreso para algunos productos agropecuarios seleccionados.

Se obtuvo información de una encuesta que se hizo con 300 familias seleccionadas al azar, en el área metropolitana de Cali, Colombia. Cada familia fue entrevistada en enero de 1969, por un

equipo de encuestadores* de la Universidad Estatal de Michigan y después, en agosto de 1970, por un equipo de encuestadores del CIAT. Las familias fueron organizadas en cinco estratos, de acuerdo a su ingreso económico mensual, en la forma siguiente:

Estratos	Ingresos Mensuales (\$ Col.)
I	0 - 750
II	751 - 1000
III	1001 - 2000
IV	2001 - 3000
V	3001 - y más altos

Aunque la información obtenida todavía no ha sido analizada, se han logrado algunos resultados preliminares sobre elasticidades de ingreso en relación con los productos agropecuarios incluidos en el programa del CIAT (Cuadro 1).

La elasticidad del ingreso muestra el cambio en porcentaje de la demanda asociado con cada 1 por ciento de cambio en el ingreso del consumidor. Esta medida es útil para estimar los posibles aumentos en la demanda futura ocasionados por cambios en los ingresos. Si, por ejemplo, se predice que el ingreso de los consumidores va a aumentar en un 3 por ciento, el correspondiente porcentaje de aumento en la demanda lo da la elasticidad del ingreso multiplicado por tres.

El Cuadro 1 muestra que un aumento en los ingresos no tendrá mucho efecto en la demanda de la yuca, el maíz y el

* Ver: Harold Riley, *et al.* Market Coordination in the Development of the Cauca Valley Region, Colombia. Latin American Studies Center. Michigan State University. 1970.

CUADRO 1. Elasticidades de ingreso estimadas para cinco productos alimenticios, clasificadas por estratos económicos, en Cali, Colombia.

Estrato Período	I		II		III		IV		V	
	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970
Yuca	0.26	0.28	0.33	0.36	0.28	0.28	-0.78	-1.09	-1.41	-1.03
Arroz	0.22	0.35	0.59	—	0.65	0.49	0.59	0.37	0.23	0.25
Maíz	0.19	0.19	0.25	0.44	0.38	0.39	-0.25	-0.22	-0.33	-0.45
Carne	1.16	0.91	1.66	0.76	0.92	1.09	0.93	0.66	0.66	0.55
Cerdo	2.61	2.42	2.07	1.04	2.09	1.65	1.61	1.17	1.13	1.13

arroz. Las familias que tienen mayores ingresos tienden a consumir menos maíz y yuca a medida que su ingreso aumenta, mientras que las familias de bajos ingresos tienden a aumentar el consumo de estos productos a una tasa moderada. El impacto de la expansión en los ingresos sobre la demanda de las carnes es bastante apreciable. De nuevo, las familias con bajos ingresos tienden a gastar una mayor proporción del aumento en sus ingresos en el consumo de carne en comparación con familias de altos ingresos.

La magnitud de la elasticidad del ingreso con relación a cada producto agropecuario y el aumento del ingreso

que se vislumbre, proporciona un índice aproximado de la expansión de la demanda, a los precios actuales del mercado.

Si, debido a la introducción de tecnología mejorada diseñada para lograr una expansión de la producción o bien debido a otras causas, la producción comercial se expande a un nivel mayor que el aumento en las demandas, los precios mostrarán una tendencia a bajar. La magnitud de la baja del precio es determinada por las elasticidades precio-directa y cruzada de la demanda. Se intentará hacer una estimación de la magnitud de estas elasticidades, con base en los datos obtenidos.



El hombre es el elemento básico de un sistema de producción agrícola, bien sea el agricultor (derecha) o el asesor técnico.

En las áreas tropicales es posible el cultivo simultáneo de diferentes especies de plantas bajo un sistema de producción agrícola integrado.



SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

La labor básica que pretende desarrollar el CIAT está orientada hacia los siguientes objetivos: obtención simultánea de sistemas apropiados de producción agrícola, de información aplicable y comprobada, así como de personal técnico capacitado para poner en marcha, en sus respectivos países, programas de producción agrícola que incorporen nueva tecnología y logre mayor eficiencia.

Los componentes de un sistema incluyen la tecnología, el ambiente natural en el cual opera el sistema, las infraestructuras e insumos asociados y los recursos humanos necesarios para la implantación de dicho sistema.

Una empresa agrícola eficiente, en general, se logra con la integración de varios sistemas de producción dentro de una sola unidad. Tales unidades de producción múltiple permiten la rotación de cultivos, la utilización pecuaria de los residuos y excedentes de la producción agrícola, la intensificación del insumo laboral, simultáneamente con una disminución en los gastos de operación y de inversión de capital. Para dar mayor énfasis a la importancia de diseñar sistemas de producción que sean aplicables a unidades de producción múltiple, se puede señalar el hecho de que, conforme disminuye la extensión de una granja, será necesario aplicar técnicas de producción diversificadas con el propósito de lograr un mínimo aceptable en el nivel de vida de las familias campesinas.

Los esfuerzos básicos del CIAT se enfocan hacia el desarrollo de eficientes sistemas de producción para algunos cultivos y especies de ganado. Cuando se

haya logrado obtener una base tecnológica adecuada, será posible entonces impartir adiestramiento a un núcleo de especialistas en producción que tengan una serie de aptitudes para lograr la aplicación de dicha tecnología. Al mismo tiempo, el CIAT continuará buscando la forma de incorporar tales sistemas de producción y otros que lleguen a diseñarse, a las operaciones de la granja, tomando en consideración la realidad económica de los sistemas agrícolas tradicionales y los posibles aumentos en el ingreso que se obtengan con la diversificación agropecuaria de las empresas.

La solución de algunos problemas tecnológicos se puede encontrar fuera de aquellas situaciones específicas en las cuales la tecnología será utilizada. Pero existen ciertos problemas tecnológicos que se relacionan íntimamente y son parte misma del medio ambiente y de las personas involucradas. Es difícil, si no imposible, el lograr la sola identificación y mucho menos, la solución total y permanente de ciertos problemas fuera del ambiente en que ocurren, sin tener en cuenta las personas y la infraestructura que los rodea.

En consecuencia, el CIAT necesita oportunidades y recursos que hagan posible la identificación, el estudio y la solución, *in situ*, de dichos problemas. Esto no sustituiría sino que complementaría los actuales esfuerzos en investigación. Al mismo tiempo, necesitaría estrechar lazos de cooperación con las agencias nacionales pertinentes con el fin de realizar investigaciones conjuntas y lograr otros objetivos en ciertas áreas que no son de competencia del CIAT.

Con la identificación progresiva de problemas específicos dentro del amplio espectro de la actividad agropecuaria (factores ambientales, sociales, económicos y políticos), el CIAT anticipa que la obtención y prueba de sistemas de producción agrícola que sean específicos para cada situación en particular, servirá como base para acometer futuros estudios sobre algunos productos agropecuarios. En otras palabras, las necesidades que surjan al diseñar sistemas de producción agrícola servirán como directrices para proyectar investigaciones posteriores sobre determinados productos agropecuarios. Con esta filosofía, el CIAT hace algunos trabajos exploratorios en varios ambientes que son típicos de extensas áreas de la zona baja del trópico. Estos trabajos exploratorios se llevan a cabo en algunos países del área tropical.

Hasta el momento, la investigación sobre sistemas de producción agrícola ha sido en su mayor parte una prolongación del estudio sobre productos agropecuarios con los que trabaja el CIAT, tratando de relacionar, hasta donde sea posible, tales investigaciones con los sistemas de producción agrícola a nivel de granja, procurando siempre conseguir la mayor eficiencia posible en la utilización de los recursos de suelo, plantas, animales, y mano de obra disponibles. Entre algunos logros ya alcanzados se pueden mencionar los siguientes: 1) la recolección de informes acerca del manejo de empresas agropecuarias, a través del Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria y recientemente, por medio de una encuesta realizada en 487 granjas (ver página 28); 2) el diseño de proyectos preliminares sobre sistemas de producción agrícola para ser discutidos y analizados por el personal técnico y por la Junta Directiva de esta organización, y 3) la elaboración de información sobre sistemas de producción de algunos productos agropecuarios relacionada no sólo al producto en sí sino con los sistemas de producción agrícola considerada en términos generales.

Una vez cumplida la etapa de diseño de sistemas de producción, si las entidades nacionales respectivas aceptan la responsabilidad de difundir y lograr que las familias campesinas admitan dichos sistemas, se puede entonces tener la certeza de que vale la pena preocuparse por el diseño y comprobación de tales sistemas de producción.

Esto sugiere que el enfoque de la investigación, desde su misma iniciación, debe involucrar a las familias campesinas. Tal enfoque contribuye a tener la certeza de que los campesinos comprendan lo que está sucediendo y en esta forma, se aumenta la comunicación entre los investigadores y el medio rural, se estimula la participación del granjero en el examen de alternativas y contribuye a que él desarrolle un criterio de selección basado en el examen de alternativas y que conduzca a diferentes posibles cursos de acción. En resumen, este enfoque llega a constituir un proceso educativo de dos vías, tanto para el científico como para las familias campesinas. Contribuye a que ambos elementos participen en un programa continuo de mutua cooperación.

Con las mencionadas particularidades, el enfoque de la investigación adquirirá características de diseño de un sistema, con lo cual se logra la integración de varios elementos interrelacionados dentro de la investigación proyectada. El concepto de diseñar sistemas facilitará el estudio de varios factores en forma conjunta; sin embargo, el éxito que se logre con este novedoso enfoque de la investigación dependerá de que ésta sea relevante, de verdadera importancia, y que tenga un propósito educativo y "desarrollista" y no meramente promocional. Esta característica de la investigación contribuirá a que sea relevante, así como también la aceptabilidad de sus resultados y la aplicabilidad de los mismos.

El CIAT ha explorado varias oportunidades para integrarse a algunos proyectos llevados a cabo por ciertas entidades nacionales de investigación en relación con el diseño de sistemas a nivel de

granja, pero aún tiene que madurar un plan definido para ponerlo en marcha, y determinar criterios de selección en cuanto a la escogencia del proyecto que podría respaldar así como para el mecanismo que regiría la asignación de recursos. Las oportunidades de colaboración con entidades nacionales difieren en cuanto a definición de objetivos a alcanzar, radio de acción y profundidad con que se pretende cubrir la materia básica, nivel de colaboración con otras instituciones y la participación de los granjeros.

El desarrollo de programas de acción, tales como los que está llevando a cabo el ICA en varias localidades colombianas, ofrece oportunidades adicionales para diseñar una participación del CIAT que sea cuidadosamente programada y bien demarcada. Es concebible pensar que el CIAT, en colaboración con ciertas entidades nacionales, está en capacidad de definir áreas específicas en las que se establecería un proyecto de investigación así como también esbozar cual sería la forma en que se puedan utilizar al máximo las posibilidades de brindar adiestramiento en cooperación con otras entidades nacionales.

Es conveniente dejar claramente establecido que el interés que tiene el CIAT es el de participar en forma cooperativa en la investigación de sistemas de producción, incluyendo un programa de adiestramiento posterior a la investigación. En tanto que el CIAT puede ofrecer sugerencias sobre las estrategias y los enfoques más adecuados las agencias nacionales deberán tomar las decisiones finales y poner en marcha la aplicación de los sistemas de producción que se hayan desarrollado cooperativamente.

El primer paso en dicho esfuerzo cooperativo sería el de lograr el consenso de las agencias participantes en cuanto a las metas del proyecto, en relación con la población rural. Hasta el momento, la información obtenida a través de encuestas preliminares, intercambio de ideas en reuniones del personal técnico del CIAT y de observaciones muy gene-

rales nos llevan a la conclusión de que, sea cual fuere la naturaleza y el tamaño de las empresas agrícolas en una determinada área rural, un sistema de producción agrícola debería proporcionar a los habitantes de las áreas rurales, las siguientes metas mínimas:

1. Brindar oportunidad a la juventud rural de hacer una carrera en agricultura que sea lo suficientemente atractiva para retener a la juventud en el campo y contrarrestar la migración hacia áreas urbanas.
2. Proporcionar una alimentación adecuada durante todo el año, incluyendo fuentes de proteína, verduras frescas y frutas, y la oportunidad de variar las dietas hasta donde ello sea posible.
3. Estimular la producción mensual o semanal de ciertos productos agrícolas y pecuarios, los cuales, al ser vendidos, proporcionen una fuente constante de ingreso en efectivo. De acuerdo con la situación geográfica, se podría considerar la producción de aves de corral, huevos, leche, cerdos, legumbres, frutas, fibras o productos de industria casera.
4. Mejorar las viviendas y los sistemas de sanidad y educación como resultado del aumento en el ingreso familiar.

Obviamente, el CIAT no está dotado del personal ni cuenta con los recursos financieros para alcanzar objetivos tan ambiciosos, pero parece factible que pueda cooperar, específicamente en lo que se refiere a investigación, con las entidades nacionales ligadas a la actividad agropecuaria, a la educación y la salud, en la demostración palpable y efectiva de los métodos, potencialidad y valores espirituales y materiales asociados con el alcance de tales metas por las entidades nacionales.

Tal enfoque proporcionaría al CIAT la oportunidad de que los miembros de su personal técnico estudien los problemas

de la producción agrícola en diferentes lugares y en situaciones específicas, así como también de colaborar con las entidades nacionales, llevar a cabo ensayos de campo y de adaptación de nueva tecnología con lo cual se asegura su viabilidad técnica y factibilidad económica, bajo situaciones específicas.

En vez de hacer hincapié en un tipo específico de sistemas de producción agrícola, el CIAT ha decidido evaluar el concepto de sistema desde diferentes ángulos, a través de los programas vigentes sobre investigación y adiestramiento. Estas dos actividades proporcionan la oportunidad de estudiar los actuales sistemas de producción agropecuaria, los problemas afines y la forma en la que éstos pueden ser resueltos. Como ejemplo de este tipo de observación hecha sobre sistemas actuales de producción en la sección de Ganado Porcino, en el presente informe se describe un proyecto que desarrolla el CIAT con criadores de cerdos en pequeña escala. También, en el texto que corresponde a Sistemas de Producción de Ganado de Carne se describen las actividades del Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria, las cuales incluyen observaciones hechas por el personal del CIAT sobre los sistemas actuales de explotación pecuaria en las zonas bajas tropicales. En el capítulo sobre Adiestramiento y Comunicación se hace mención de los trabajos efectuados en 1971 mediante los cuales los estudiantes del Programa de Adiestramiento en Producción de Cultivos se familiarizan con los sistemas y los problemas de la producción de cultivos de zonas bajas.

Las haciendas o granjas de poca extensión

Las pequeñas granjas continúan siendo la fuente principal de ingreso y de trabajo para los campesinos de América Latina, aunque este tipo de empresa ha sido citado como inconveniente desde distintos puntos de vista. La investigación sobre sistemas de producción agrí-

cola debería ofrecer nuevas e ingeniosas formas para lograr el aumento del ingreso total y de las ganancias reales que se obtienen en estas pequeñas granjas, con un aumento mínimo del riesgo. Específicamente, es necesario diseñar sistemas de producción que permitan un aumento en la productividad con un mínimo de erogaciones y de incertidumbre en cuanto a la obtención de al menos un nivel mínimo de ingreso. Un proyecto que está pendiente de ejecución, contempla la realización de un estudio intensivo de unas pocas granjas en una comunidad rural con el propósito de medir sus necesidades y expectativas para que se puedan diseñar sistemas de producción que satisfagan sus necesidades. Antes de que estos sistemas sean llevados a las comunidades rurales serán desarrollados en pequeños lotes en la granja del CIAT. Este programa será llevado adelante en cooperación con las entidades nacionales de agricultura.

Sistemas agropecuarios intensivos en tierras fértiles

En las áreas de tierra más fértil de América Latina, tales como la del Valle del Cauca, las tendencias en relación con la población actual y su efecto en la presión sobre la tierra indican una transición creciente de granjas con mucha extensión y manejo extensivo hacia unidades más pequeñas pero de manejo más intensivo. Estos sistemas de producción intensiva incluyen producción ganadera y agrícola; los cultivos alimenticios proporcionan ingreso en efectivo, suplen las necesidades primarias de alimentación y al mismo tiempo, suministran residuos de cosechas, subproductos y excedentes de grano para alimentar porcinos o vacunos. Se pueden sembrar algunos cultivos, como yuca o plátano para los cerdos, y sorgo y caña de azúcar, como ensilaje para ganado. La posibilidad de obtener subproductos disponibles en la localidad, tal como melazas, será considerada como un medio de suplementar los alimentos que se producen en la granja misma.

Haciendas manejadas por familias

En los Llanos Orientales de Colombia y en otras regiones de América Latina en que hay formaciones de suelo denominadas sabanas tropicales, existen muchas haciendas manejadas por sus propietarios. La mayoría de esas haciendas tienen hatos muy pequeños los cuales se están desarrollando muy lentamente debido al manejo deficiente y a la falta de capital para adquirir insumos agropecuarios. En algunos casos, hay disponibilidad de crédito para el desarrollo y la producción, pero el deficiente rendimiento de los hatos ofrece pocas posibilidades para la recuperación de tales préstamos.

En Carimagua, el CIAT y el ICA están colaborando en la obtención de conocimientos básicos en relación con problemas de sanidad animal, nutrición y aptitud de reproducción y en la prueba de sistemas de producción basados en la información más confiable de que se disponga relacionada con el manejo de ganado en suelos ácidos y de baja fertilidad.

Se pueden sembrar cultivos tradicionales si se aplican fertilizantes y cal en forma adecuada; sin embargo, los altos costos del transporte dificultan el que la mayoría de los cultivos de grano puedan competir en los mercados domésticos o mundiales. Algunas especies de árboles frutales se desarrollan bien en esos suelos, con poca o ninguna aplicación de cal; en igual forma, los requisitos de fertilizantes son aparentemente bajos. El mango, el anacardo, la piña y tal vez los cítricos, podrían cultivarse y venderse con buenos rendimientos siempre que se logre establecer buenos convenios de mercadeo y que se instale una industria procesadora que absorba el excedente de la producción estacional. Sin embargo, el cultivo de plantas forrajeras es el que ocupa mayor extensión y exige un manejo menos complicado. La producción de ganado de carne es la única actividad agropecuaria que es significativa en las áreas que no son el pie-

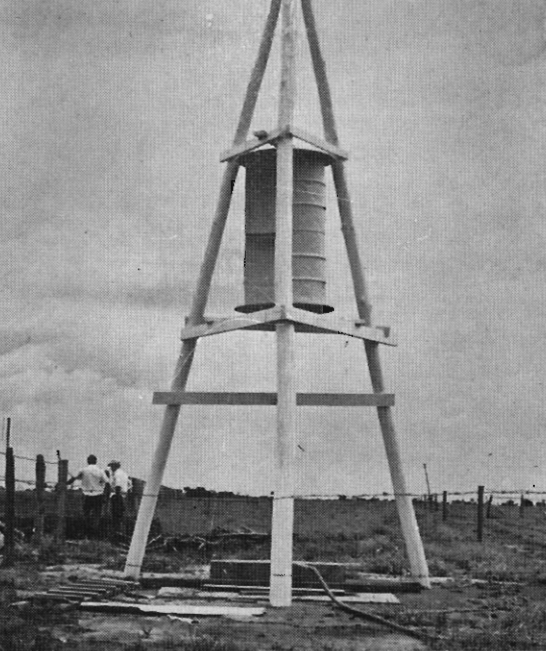
demonte, en las cercanías de Villavicencio.

Existe la suposición de que la actividad ganadera es solamente para personas pudientes; sin embargo, es posible que la modalidad de haciendas manejadas por familias pueda llegar a constituir el medio de lograr la colonización de las vastas sabanas tropicales de América del Sur. Con el propósito de ensayar esta hipótesis, los técnicos del CIAT han estado diseñando modelos para desarrollar unidades pecuarias manejadas por familias en las bien drenadas sabanas que existen en los Departamentos del Meta y Vichada, en los Llanos Orientales. A continuación se describe uno de esos modelos.

Una hacienda tiene un hato de 50 vacas en producción, con un total aproximado de 90 unidades-animal en 100 hectáreas. Esta extensión de terreno no es precisamente la óptima pero su operación es factible.

Este modelo podrá alcanzar su mayor desarrollo en un período de 12 años, iniciándose con 15 vacas y un toro. Un elemento importante del esquema es el de asignar un lote pequeño para la producción de cultivos de subsistencia, de granos y cría de pequeños animales, principalmente para el consumo familiar. Esta unidad básica se desarrolla durante el primer año en un lote de tres hectáreas al cual se aplica cal y fertilizantes y suple un nivel aceptable de mantenimiento para la familia a bajo costo; durante este período el hato se multiplica. Es necesario hacer una inversión inicial de aproximadamente US\$ 3.000 cuando la familia inicia el desarrollo de su hacienda sin tener ganado ni ninguna otra facilidad física. Durante los 12 años subsiguientes será preciso hacer una inversión adicional de US\$ 3.000; la mayor parte de esta suma será producida por la hacienda misma.

Se estima que, aproximadamente, la venta de ganado, al final de los doce años, será de US\$ 3.100 y que el valor de la empresa ganadera será de US\$



El agua es escasa en los Llanos Orientales de Colombia. Es un componente fundamental de los sistemas de producción agropecuaria.

15.000. El valor de la tierra no se considera como costo ni como activo. El valor actual comercial de las tierras al este del Río Manacacías probablemente fluctúa entre US\$ 0.50 y US\$ 5.00/ha, disminuyendo este valor conforme se avanza del occidente hacia el oriente.

Con base en el nivel de la tecnología que actualmente se aplica, es posible suponer que se logre una tasa de destete del 60 por ciento si se considera realista que la mortalidad alcanza el 6 por ciento y que la capacidad de carga de las praderas que se emplean sea la más adecuada. El peso de los animales para el mercado se obtiene entre los tres y cuatro años. Los programas de investigación que se adelantan actualmente sobre forrajes en el área debería producir como consecuencia un marcado aumento en la calidad del forraje, mejores rendimientos en los hatos y un aumento en la capacidad de carga de las praderas.

Para los cultivos de subsistencia fue necesario presumir otros factores pero los estimativos de producción que se hicieron parecen ser más bien conservado-

res. Para elaborar los productos agropecuarios con los que trabaja el CIAT en Carimagua, los costos de los insumos se basan en los costos de transporte (aproximadamente, US\$ 15 por tonelada métrica por concepto de flete). Estos costos se reducirán al mejorar los sistemas viales en la zona y al terminar la construcción de un puente en Puerto Gaitán. En particular, los costos de la cal posiblemente disminuyan cuando se concluyan las instalaciones en la nueva canteira en El Dorado, al sur de Villavicencio.

El análisis preliminar del modelo propuesto demuestra que las altas tasas de interés del 14 por ciento por año y los índices de bajo rendimiento de los hatos, cuyos resultantes económicos son un lento desarrollo y un bajo rendimiento, constituyen serios obstáculos que será necesario superar en las primeras etapas del establecimiento de la industria pecuaria. La valorización de la tierra, un factor que hasta el presente no ha sido considerado, contribuirá notoriamente a mejorar el panorama económico.

Es posible modificar este modelo iniciando la operación pecuaria con un gran número de vacas o bien con 15 vacas y el respectivo complemento de novillas para remplazo, novillos para la ceba y crías, con lo cual se lograría una reducción en el tiempo de desarrollo del hato.

Casi todos los elementos que integran el modelo y otros que podrían ser menos significativos están siendo evaluados y estudiados en pruebas de campo que se conducen en Carimagua.

De acuerdo con lo expresado en el capítulo sobre Suelos (Página 117) se está haciendo un estudio para determinar el rendimiento de algunos cultivos que producen alimentos para uso humano y animal y que tengan un nivel bajo en cuanto a requerimientos de cal. También se están evaluando algunas especies forrajeras mediante las pruebas de pastoreo, las cuales se detallan en el capítulo sobre Sistemas de Producción de Ganado de Carne (Página 24). Se han en-

sayado con éxito las cercas con grandes separaciones entre los postes y que son de bajo costo. Se están efectuando estudios sobre problemas de sanidad animal y suplementación con minerales, proteína y alimentación con alto contenido de fuentes energéticas. Se están ensayando, en el Programa de Ganado Porcino del CIAT, algunas raciones que se basan en alimentos disponibles en la localidad, tales como la yuca, plátanos y caupís.

Construcciones rurales de bajo costo

Molinos de viento. En América, en las tierras bajas de sabana tropical, cada año se pierden millares de cabezas de ganado por falta de agua. En la región

de Casanare, en los Llanos Orientales de Colombia y en los Llanos Occidentales de Venezuela, las distancias entre los ríos y riachuelos (únicas fuentes de agua durante la sequía) son muy grandes; en consecuencia, el ganado tiene que caminar grandes distancias o permanecer cerca de las fuentes de agua. En este último caso, las plantas forrajeras se exterminan rápidamente en las áreas cercanas a las fuentes.

Por lo regular, en estas regiones el nivel freático se encuentra a poca profundidad. El CIAT, en colaboración con el ICA, ha instalado en la Estación de Carimagua, un molino experimental accionado por el viento, de bajo costo, para bombear agua para el uso domés-



Un tanque rústico para almacenamiento de agua construido con estacas de pa'ma clavadas en el suelo y sujetas con alambre de púa desechado de las cereas viejas. Para construirlo, no es necesario hacer una estructura formativa de madera.

tico y abastecer los abrevaderos y, probablemente en un futuro cercano, para irrigación. El prototipo de este molino (ver fotografía página 112) es una modificación de un diseño hecho por el Instituto de Investigación Brace de la Facultad de Ingeniería Universidad de McGill, el cual fue ensayado en su Estación Experimental, en Saint James; Barbados, Indias Occidentales.

El molino es de construcción sencilla. Los materiales disponibles en la localidad tienen un valor aproximado de US\$ 125 incluyendo el trabajo hecho en un taller cuando no es factible hacerlo en el campo. La mencionada suma incluye un tubo galvanizado de 1 ¼ pulgada y una varilla de bombeo para un pozo de 10 metros de profundidad, un cilin-

dro de bronce de 3 pulgadas de diámetro, las piezas de madera redonda para construir la torre del molino, la cual tiene una altura de 8 metros y un revestimiento de concreto para las paredes, la plataforma y la cubierta del pozo.

El molino saca mayor cantidad de agua que la que se esperaba obtener; en la actualidad se considera la posibilidad de utilizarlo en el bombeo de agua para irrigar lotes pequeños (1/2 - 1 hectárea) para la producción de alimentos durante el verano.

Depósito para almacenar agua

Como complemento del molino experimental se construyó un tanque de almacenamiento de agua cuyo costo es



Con fines experimentales, en Carimagua se construyeron dos casas con materiales autóctonos para alojar al personal técnico que trabaja en ese lugar.

bajo; cumple la doble función de depósito y de reserva de agua; tiene una profundidad de 80 cm y un diámetro de 5 metros. Las paredes se construyeron con la corteza de una palma que en la región se llama "choapo" o "macana"; esta corteza es cortada y entrelazada con alambre de púa, en forma similar a la de un cerco circular hecho con estacas. Luego, la corteza se repella hasta formar una superficie impermeable (Foto página 113). El piso se hizo de hormigón; por lo tanto, no fue necesario utilizar bloques de concreto, ladrillos, ni piezas de madera para construir un armazón. El costo de los materiales fue de US\$ 30 aproximadamente.

Empleo de materiales autóctonos en la construcción

Con el fin de satisfacer necesidades urgentes de habitación en Carimagua, el CIAT diseñó y construyó dos casas (ver página anterior) empleando material local disponible. Dichas construcciones resultaron frescas, cómodas y bien protegidas contra insectos y otras plagas. Disponen de buena fuente de agua, baño, tanque séptico, una pequeña cocina, dos alcobas, sala-comedor, lavadero y un desván; el piso es una plancha de concreto; el costo aproximado es de US\$ 1.800 por unidad, el cual, para muchos habitantes del área, resultaría demasiado alto; sin embargo, se podría simplificar el diseño y reducir el uso de materiales si fuera necesario construir una vivienda más simple y de menor costo.

Investigación afín sobre suelos y agronomía

Varios proyectos que desarrollan los edafólogos y los agrónomos tienen relación directa con el establecimiento de sistemas agrícolas generales. Estos científicos han efectuado experimentos en pequeños lotes en relación con los micronutrientes en el cultivo del sorgo; cal y fósforo para cultivos de maíz, sorgo y arroz de secano, y la influencia de los fertilizantes y densidad de siembra en el establecimiento de gramíneas y le-

guminosas en las praderas tropicales. Tales experimentos se detallan en los capítulos correspondientes en el presente informe.

Con alguna frecuencia, el suelo constituye un factor ecológico importante que no se ha tenido en consideración en los programas de mejoramiento genético encaminados hacia la producción de materiales con una amplia adaptación geográfica. El CIAT está reuniendo información básica relacionada con la química, fertilidad y manejo de las tierras desgastadas, como las que pueden encontrarse en los llanos de Venezuela, Colombia y Brasil. Esta base informativa servirá para la elaboración de sistemas de producción para cultivos de subsistencia, con el fin de que los campesinos residentes en zonas que tengan ese tipo de suelo puedan ser autosuficientes en lo que a producción de alimentos se refiere. Esta información es también de gran valor para el diseño de planes de cultivos comerciales de gran envergadura que puedan necesitarse en el futuro y para desarrollar programas de fitomejoramiento de plantas forrajeras para tierras extremadamente ácidas y de baja fertilidad.

En colaboración con el ICA, se continuaron en Turipaná, durante el año pasado, los trabajos para identificar cuales son los problemas de producción en las tierras bajas y en áreas en las cuales alternan períodos de humedad y de sequía, condiciones que son típicas de la mayoría de las tierras bajas del trópico. Después de haber completado los trabajos de nivelación y drenaje en un campo de bastante extensión, se han iniciado varios experimentos sobre rotación de cultivos en las tierras bajas. Los cultivos incluidos en estos experimentos son: maíz, soya, sorgo, ajonjolí y algodón, siendo este último de mucha aceptación en el área.

Ingeniería Agrícola y asuntos afines

A medida que se va obteniendo información proveniente de la experimenta-

ción hecha por el personal del CIAT, los ingenieros agrícolas y los agrónomos buscan los medios para sintetizar y combinar los resultados obtenidos de experimentos e informaciones de otras fuentes. Dicha actividad redundará en beneficio del pequeño agricultor que trabaja al nivel de subsistencia, del agricultor independiente que cultiva en pequeña escala y de los directores de los proyectos de reforma agraria que se desarrollan en diferentes áreas del trópico en el mundo.

Al igual que otros especialistas en las ciencias agrícolas, estos técnicos sienten la necesidad de identificar los factores que limitan la producción y ensayar posibles soluciones en las propias granjas de los agricultores. Los factores que se consideran como más limitantes en la producción son: a) manejo deficiente del agua, (lo cual incluye irrigación, drenaje y conservación de suelos y aguas); b) sistemas inadecuados de labranza para preparar las tierras cultivables, efectuar la siembra y desarrollar el cultivo con un razonable control de malezas; c) economía de monocultivo lo que hace necesaria la diversificación de cultivos para distribuir las necesidades de mano de obra y producir una mayor variedad de productos alimenticios como frutas, productos hortícolas y lácteos, huevos, aves de corral, peces, porcinos y otros alimentos para la familia; al mismo tiempo, con los excedentes obtenidos, conseguir un pequeño ingreso semanal, y d) sistemas de mercado y de transporte totalmente inadecuados.

Con este fin se adelantan conversaciones para desarrollar un proyecto cooperativo en la costa norte de Colombia, que buscaría la participación del INCORA, el SENA y el ICA. El objetivo de este proyecto sería el de impulsar la siembra de arroz en tierras inundadas,

con el fin de aprovechar las condiciones naturales que ahí existen. Más recientemente, se han entablado conversaciones con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) con el fin de adelantar el estudio y desarrollo de sistemas de producción que sean adecuados para el Valle del Cauca y que contemplen la posibilidad de absorber parte de la población que se encuentre en condiciones de subempleo en Cali.

Coordinación y dirección

El desarrollo futuro del CIAT dependerá primordialmente de que la entidad sea dirigida en forma eficiente y dinámica. Al haberse logrado un aumento en el personal técnico de la institución, una agrupación en equipos de trabajo integrados alrededor de productos agropecuarios específicos y haberse logrado una conciencia clara de que existen potenciales que se pueden realizar sólo a través de una concentración de esfuerzos encaminados hacia la estructuración de sistemas de producción agrícola, es ahora más necesario que nunca que el CIAT tenga un liderato dinámico y constante.

La Junta Directiva de la entidad ha manifestado que, por el momento, esta responsabilidad de proveer ese tipo de liderato recaerá en el Director General Adjunto.

Para que el programa de aplicación de sistemas de producción sea verdaderamente eficaz y pueda ser comprobado y aplicado a nivel de granja agropecuaria, la colaboración y la cooperación de las entidades nacionales es absolutamente necesaria. A medida que el CIAT adquiera mayor experiencia en Colombia con este tipo de operaciones, buscará oportunidades para cooperar con programas similares en otros países.

SUELOS

El objetivo primordial de las investigaciones sobre suelos es el de solucionar los problemas de producción relacionados con los diferentes programas básicos que desarrolla el CIAT. La mayoría de los resultados de estas investigaciones aparecen dentro del texto dedicado a cada cultivo. Sin embargo, hay algunas áreas de investigación que tienen relación con varios de esos productos o tienen significación independiente, los resultados de las cuales se presentan a continuación:

Microbiología del suelo

1. **Colección de cultivos.** La disponibilidad de inoculantes de calidad aceptable es uno de los mayores problemas en la América tropical. Uno de los objetivos principales del grupo que trabaja en microbiología es la obtención de cultivos de *Rhizobium* con el fin de producir forrajes y leguminosas de grano que son de tanta importancia en la región tropical. Hasta la fecha, se han obtenido unos 100 cultivos diferentes los cuales representan las mejores cepas provenientes de Australia, Estados Unidos, Rodesia y Brasil. Estos cultivos han sido conservados por medio del proceso de liofilización, estando en la

actualidad disponibles para la distribución. La colección será aumentada para incluir organismos de otros géneros que puedan ser útiles en los programas universitarios de adiestramiento. Se incluirán géneros representativos de bacterias así como de aquellos organismos (*Beijerinckia* y algas azul-verdosas) que tienen importancia en el campo agrícola.

2. **Pruebas de inoculantes.** Actualmente, se hacen experimentos de campo y en invernadero para identificar los cultivos de bacterias más efectivos en la simbiosis con las plantas leguminosas forrajeras y de grano que son importantes en el área tropical. Las especies de plantas utilizadas en estos experimentos incluyen *Arachis hypogea*, *Cajanus cajan*, *Calopogonium*, sp., *Desmodium uncinatum* e *intortum*, *Glycine max*, *Glycine javanica*, *Leucoena leucocephala*, *Phaseolus atropurpureus*, *P. aereus* y *P. vulgaris* y *Stylosanthes gracilis*. Estos experimentos se extenderán a los Llanos Orientales en 1972. Cuando se establezcan los contactos apropiados, el programa de pruebas se extenderá a los países vecinos. También se están haciendo observaciones de campo para determinar la distribución de *rhizobia* en el suelo y la efectividad de las cepas crío-

llas. Se están seleccionando cepas eficientes para hacer ensayos comparativos posteriores. Se está prestando atención especial a la obtención de fuentes de rhizobia para soya, frijol, **Stylosanthes** y **Desmodium**.

3. **Suministro de inoculantes.** El microbiólogo de suelos del CIAT llegó a Colombia en mayo de 1971. Desde entonces, varios agricultores han solicitado inoculantes los cuales se han suministrado con el objeto de promover la práctica de inocular las leguminosas. Hasta el presente se han inoculado aproximadamente 400 hectáreas, suministrando el inoculante en forma de cultivo líquido. En las regiones de Popayán y Bogotá en las cuales el suelo había presentado problemas anteriormente, los inoculantes han sido utilizados con éxito. Se han encontrado depósitos de turba, los cuales, junto con el bagazo de caña de azúcar, serán investigados como vehículos para los inoculantes. Su uso permitiría el suministro de cultivos a áreas más extensas y aseguraría la viabilidad del inoculante. Se ha establecido contacto con productores de inoculantes en la región. Un muestreo inicial de inoculantes comerciales indica que estos tienen un bajo índice de rhizobia. El CIAT colaborará con los productores locales ofreciéndoles una amplia gama de cultivos eficientes y viables, además de asesoría técnica. El control de calidad debería ser un aspecto esencial de esta colaboración.

Química del suelo

Cinética química de los oxisoles inundados. El "anaranjamiento" es un factor limitante en la producción de arroz bajo riego en los oxisoles y suelos similares que son ácidos y de baja fertilidad, en los trópicos húmedos. En 1971 se hicieron adelantos importantes en la investigación de esta enfermedad los cuales permitieron describirla con mayor precisión y definir las condiciones del suelo que la produce. (Ver capítulo sobre arroz, página 73).

Diferencias genéticas en la tolerancia de varios cultivos a la acidez del suelo

La diferencia existente entre especies en relación con el grado de su tolerancia a la acidez del suelo, es bien conocida. Ciertas variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras requieren muy poca cal para dar óptimos resultados aun en suelos que tienen un pH de 4.5 y aún menos. Las respuestas de especies tales como **Melinis minutiflora** (pasto gordura) **Hyparrhenia rufa** (yaragua o puntero), **Stylosanthes guyanensis**, **Pueraria phaseoloides**, **Calopogonium mucronoides** y **Desmodium intortum** a la adición de pequeñas cantidades de cal se debe, probablemente, al calcio (Ca), y al magnesio (Mg), como nutrientes.

El mango (**Mangifera indica**), los cítricos, la guayaba (**Psidium guajaba**), el marañón (**Anacardium occidentale**), y la ciruela (**Spondias purpurea**) son especies frutales que se adaptan bien al suelo ácido.

Algunos cultivos anuales crecen bien en suelos ácidos, con pequeñas aplicaciones de cal. Entre ellos se encuentran el caupí, el maní, el ajonjolí, la caña de azúcar, la piña, el arroz y la yuca. Se han encontrado diferencias varietales dentro de algunas especies como el trigo, cebada, papa, tomate y otros cultivos, pero se ha logrado muy poco en la creación de nuevas variedades que toleren en forma especial la acidez del suelo.

Se ha iniciado en Carimagua un proceso de selección, como parte del programa de agronomía con el propósito de identificar algunas líneas que toleren la acidez del suelo así como variedades que puedan utilizarse en los programas de mejoramiento de cultivos y que tengan utilización inmediata en la zona si la tolerancia se combina con otras características agronómicas aceptables. La selección se hace en niveles de 0, 0.5, 2 y 6 toneladas de cal por hectárea. La aplicación del bajo nivel de 0.5 toneladas se incluye para suministrar Ca y Mg como nutrientes. El nivel

de seis toneladas es suficiente para neutralizar el aluminio intercambiable.

El sorgo se adapta mejor al suelo ácido que el maíz. Entre las leguminosas probadas en Carimagua, el caupí (*Vigna sinensis*) muestra el mayor índice de tolerancia. Existen, sin embargo, diferencias varietales.

En un experimento de fósforo (P) x cal, se reveló que la variabilidad en el arroz de secano con respecto a su grado de tolerancia a la acidez del suelo es mayor de lo que se esperaba. La variedad CICA 4 respondió en forma marcada a la aplicación de cal hasta 16 ton/ha (Figura 1). La aplicación de cal se hizo 12 meses antes de sembrar el CICA 4.

La primera cosecha de arroz (IR8) se perdió debido a la sequía que hubo al final del ciclo de cultivo. Hay variedades de arroz que no responden a la cal o que requieren muy poca cal bajo condiciones de secano, tales como Bluebonnet 50 y Mono Olaya Dorada, dos variedades tradicionales que se cultivan en los llanos colombianos. Se está programando la prueba de muchas líneas y variedades con el fin de identificar fuentes genéticas de tolerancia a la acidez.

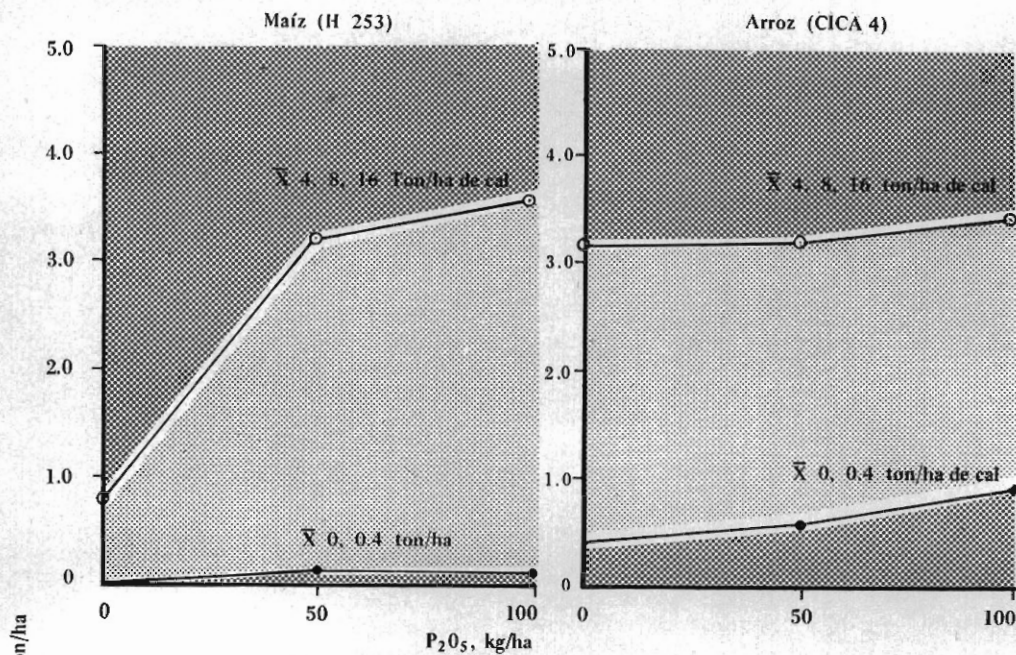
Fertilidad del suelo

Disponibilidad del fósforo. En otro experimento de P x cal se sembró maíz y se observó que hubo una reacción simi-

En Carimagua, el maíz responde en forma evidente a la aplicación de fósforo. En el centro e izquierda, primer plano de la fotografía, aparece la parcela testigo; a la derecha, una parcela que recibió un tratamiento de 50 kg de P_2O_5 . Los mismos tratamientos se aplicaron a las parcelas que aparecen en el segundo plano de la foto pero las mismas recibieron una sobreaplicación al voleo de 600 kg de P_2O_5 /ha. La totalidad del lote experimental recibió una aplicación de cal a razón de 8 ton/ha.



Respuesta a la aplicación de fósforo



Respuesta a la aplicación de cal

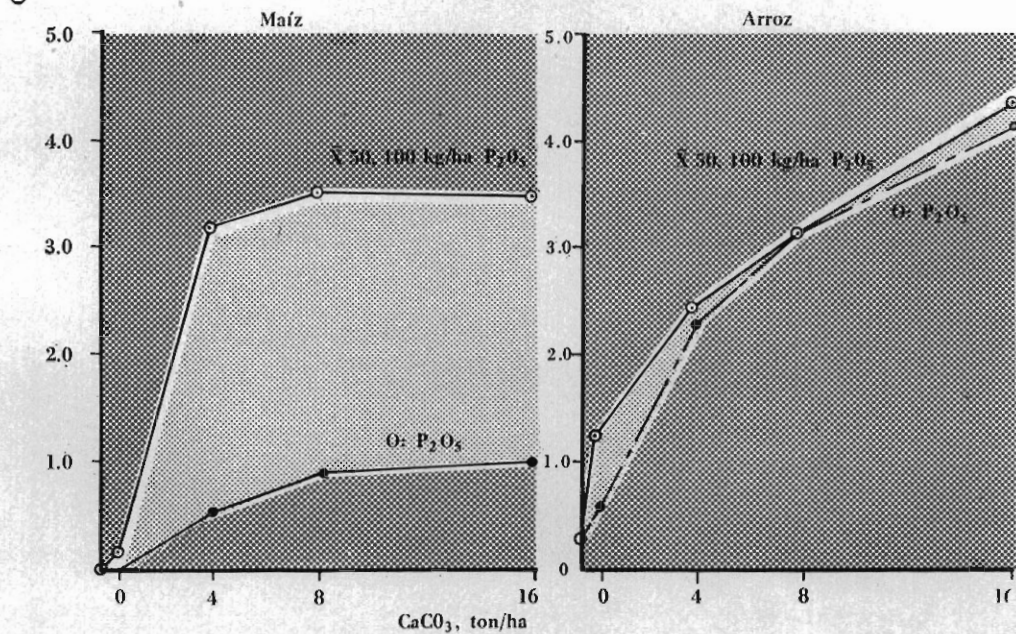


FIGURA 1. Respuesta de un híbrido de maíz y de una variedad de arroz a la aplicación de fósforo y de cal, en un oxisol de Carimagua (Llanos Orientales de Colombia).

lar a la aplicación de cal pero la respuesta del fósforo fue totalmente diferente que en el caso de arroz (Figura 1, página 120 y foto página 119). El maíz respondió marcadamente a la aplicación de fósforo en niveles de cal de 4, 8 y 16 ton/ha, mientras que CICA 4 respondió ligeramente sólo a bajos niveles de cal. Esto indica que el fósforo que existe en el suelo es mejor aprovechado por el arroz que por el maíz. La falta de respuesta al P, en el caso del arroz, es difícil de explicar en vista del bajo nivel de P en el suelo (2-3 ppm P, BRAY II). Se hizo la aplicación de cal al experimento hecho con maíz seis meses antes de la siembra. El arroz sufrió un severo ataque de añublo (**Pyricularia**) el cual se acentuó al aumentar el nivel de P. Esto explica sólo parcialmente los resultados obtenidos puesto que los niveles de rendimiento fueron relativamente altos para el arroz de secano a pesar del ataque de **Pyricularia**. Todos los experimentos con maíz han sufrido grandes daños debido a que han sido atacados por insectos (el cogollero, el barrenador del tallo y el gusano de la mazorca, entre otros) a pesar de la frecuente aplicación de insecticidas.

Deficiencias de micronutrientes

Se hizo una serie de ensayos con micronutrientes en el invernadero y en los terrenos del CIAT en Palmira. El zinc, el boro y el hierro han sido identificados como los factores limitantes de mayor importancia. La deficiencia observada con mayor frecuencia en el maíz, en el sorgo y en las leguminosas de grano corresponde al boro la cual pareciera que es uniforme, tanto en suelos bien drenados como en los mal drenados. La deficiencia de zinc, es más grave en arroz (ver página 61). Algunos resultados preliminares obtenidos en ensayos con zinc, boro, hierro y manganeso aparecen descritos en la página 76.

Además de las diferencias que puedan esperarse entre especies, se presentan diferencias varietales dentro de las es-

pecies con respecto a la susceptibilidad a las deficiencias de micronutrientes. Estas diferencias fueron anteriormente observadas en sorgo en relación con el boro; luego, han sido confirmadas en relación con el zinc en el arroz y con el zinc y el boro en la soya y en el frijol.

En Carimagua se hicieron ensayos con micronutrientes en plantaciones de sorgo y maíz; los resultados obtenidos indican que, inicialmente y para los niveles de rendimiento obtenidos (aproximadamente, 3.0 y 1.5 ton/ha, respectivamente), ningún micronutriente constituye un serio factor limitante. El maíz parece mostrar deficiencia de Zn por lo que este elemento se incluye en forma consistente en los ensayos de fertilización que se hacen en Carimagua. Algunos cítricos viejos que habían sido sembrados en terrenos de la sede de la estación, muestran síntomas de deficiencia de boro y de zinc.

Adiestramiento

El personal técnico del Programa de Suelos del CIAT ha participado en el Programa de Adiestramiento para Especialistas en Producción de Cultivos, tanto en el aula de clase como en las prácticas de campo. Los becarios han participado activamente en el planeamiento y la ejecución de ensayos sobre aplicación de micronutrientes en suelos alcalinos en la granja del CIAT.

Un estudiante interno posgraduado recibe actualmente adiestramiento en Carimagua habiéndose integrado al grupo técnico que trabaja en suelos y cultivos. Las investigaciones hechas en Carimagua han sido significativamente complementadas con el trabajo de dos candidatos al doctorado de la Universidad de Cornell. Uno de ellos permaneció en Carimagua durante ocho meses haciendo investigaciones de campo sobre el anaranjamiento del arroz. El otro becario hizo estudios de campo sobre la respuesta del maíz y del sorgo, a la cal y fósforo y la interacción entre ambos.

Un estudiante colombiano, candidato al doctorado en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, hizo un muestreo de perfiles de suelo en Carimagua y otros sitios vecinos complementado con un extenso trabajo de laboratorio para caracterizar tales perfiles mediante análisis mecánicos, químicos y mineralógicos. Los resultados obtenidos han sido incluidos en la tesis doctoral de Ramiro Guerrero.

Un estudiante no graduado de la Universidad de Purdue trabajó con el personal de los programas de suelos y de arroz, durante seis meses, como parte de un convenio especial sobre adiestramiento. El Programa de Suelos cooperó en el planeamiento y la realización de un viaje de estudio efectuado por un grupo de estudiantes de Agronomía Internacional de la Universidad de Purdue.

ADIESTRAMIENTO Y COMUNICACION

La función de Adiestramiento y Comunicación es parte integral de todas las operaciones del CIAT. Las unidades de trabajo y el grupo profesional asignado al Programa de Adiestramiento y Comunicación, cooperan y colaboran con los otros grupos profesionales y con los programas relacionados con los productos agropecuarios en los cuales se interesa el CIAT.

A través de sus actividades de información, adiestramiento y conferencias, este grupo profesional contribuye a que el CIAT promueva el desarrollo y el mantenimiento de un sistema internacional que se ocupa de la investigación y el desarrollo agrícola.

Debido a que el CIAT basa su filosofía en la integración de esfuerzos multidisciplinarios alrededor de ciertos productos agropecuarios específicos, la descripción de la mayoría de las actividades de adiestramiento y conferencias aparece en los capítulos que corresponden a tales productos. En el presente capítulo se tratará de hacer una revisión global en relación con el alcance de las actividades y de informar en detalle aquellos aspectos que no están específicamente relacionados con los programas de productos agropecuarios.

Adiestramiento

Inicialmente, las actividades de adiestramiento tuvieron una limitación ocasionada por la falta de instalaciones, pero, durante el período comprendido entre julio de 1968 y diciembre de 1971, se había hecho una inscripción de 137

personas provenientes de 15 países en diversas actividades de adiestramiento. (Cuadro 1).

De ese número de becarios 36 habían terminado su adiestramiento en 1971. (La lista completa de las 81 personas en adiestramiento, en 1971, aparece en el Cuadro 2).

El CIAT ha establecido, entre las categorías de adiestramiento, la que se denomina interno posgraduado o interno en servicio, con el objeto de proporcionar en el propio trabajo experiencia en investigación agrícola a los miembros del personal técnico de las diferentes entidades nacionales que se dedican a la investigación.

Este adiestramiento en investigación se orienta hacia la identificación y solución de los problemas que limitan la producción agropecuaria.

Es necesario formar, dentro de la gama de técnicos, un especialista en producción, ya que muchos de los problemas de la producción agrícola o pecuaria se pueden resolver por medio de la aplicación y adaptación de nuevas técnicas y de manejo adecuado. Este tipo de técnico servirá como punto de contacto entre los especialistas y los productores, puesto que es un individuo capacitado para poner en funcionamiento sistemas integrales de producción (o "paquetes de tecnología") y en la conducción de proyectos sencillos de investigación práctica y de ensayos de campo, bajo ambientes locales específicos. El CIAT aspira a formar este tipo de profesional

CUADRO 1. Becarios del CIAT según campo de especialización, durante el periodo Julio 1, 1968 - Diciembre 31, 1971.

Categoría del becario	Campo de especialización					Total
	Zootecnia	Ciencias Agrícolas	Economía Agrícola	Ingeniería Agrícola	Comunicaciones	
Adiestramiento en servicio	12	37	4	8	—	61
Especialistas en producción	12	32	—	—	—	44
Becarios para estudio	4	2	—	2	3	11
Becarios para investigación	1	3	—	—	—	4
Estudiantes especiales	4	4	—	—	—	8
Candidatos al doctorado*	6	1	—	—	—	7
Becarios parciales (gastos de viaje)	—	2	—	—	—	2
Total	39	81	4	10	3	137

* Financiados por otras entidades.

CUADRO 2. Becarios del CIAT que iniciaron o completaron su adiestramiento durante el periodo Enero 1, 1971 - Diciembre 31, 1971 por campo de especialización y categoría del becario.

	Categoría del Becario					Total
	Adiestramiento en servicio	Especialistas en producción	Becarios para estudios	Becarios para investigación	Estudiantes especiales*	
Producción pecuaria	—	3	—	—	1	4
Pastos y forrajes	7	—	1	—	2	10
Ganado porcino	2	—	1	—	2	5
Sanidad animal	—	—	2	—	4	6
Arroz	6	—	—	—	—	6
Maíz	1	1	—	1	1	4
Yuca	1	—	—	1	—	2
Leguminosas comestibles	2	—	—	—	1	3
Producción de cultivos	—	21	—	—	—	21
Suelos	1	—	—	—	2	3
Fitopatología	1	—	1	—	—	2
Entomología	2	—	1	—	—	3
Control de malezas	1	—	—	—	—	1
Ingeniería agrícola	6	—	2	—	—	8
Economía agrícola	2	—	—	—	—	2
Comunicaciones	—	—	2	—	—	2
Totales	32	25	10	2	13	82

* Estas cifras incluyen a los estudiantes de Texas A&M, los candidatos a doctorado financiados por otras entidades y aquellos becarios parciales a los cuales se les financia solamente los gastos de viaje.

a través de sus programas de adiestramiento de especialistas en producción agrícola y en producción pecuaria.

En el futuro, el CIAT espera lograr una integración entre los programas de adiestramiento para investigadores y para especialistas en producción, incluyendo la posibilidad de que algunos de los estudiantes de investigación dediquen parte de su tiempo a aprender o mejorar sus capacidades en el campo de la producción.

Existen acuerdos con la Universidad Nacional de Colombia y con la Universidad del Valle, en Cali, a fin de integrar esfuerzos cooperativos en las actividades académicas y de investigación en los cuales algunos de los estudiantes del CIAT, denominados becarios para investigación, profundicen estudios para obtener grados académicos más avanzados. Además, un número limitado de dichos becarios está completando su grado de maestría en otros países, con becas totales o parciales.

El CIAT continúa explorando posibilidades de lograr acuerdos con organizaciones que patrocinan estudios a nivel de posgrado en diferentes países, con el objeto de que algunos candidatos al doctorado que se encuentran en universidades de países más desarrollados, puedan hacer su investigación de tesis sobre un problema agrícola específico en las tierras bajas del trópico, bajo la dirección de un especialista del CIAT. Algunos de estos proyectos ya están en marcha. En general, este tipo de estudiante se considera como becario para investigación. Algunos individuos dentro de esta categoría no necesitan estar involucrados en programas académicos y pueden concentrar sus esfuerzos en investigar un problema específico que sea de interés para el CIAT.

Programa de Adiestramiento para Especialistas en Producción de Cultivos

Para el Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción de Cultivos se escogen jóvenes graduados en

las escuelas de agricultura que existen en América Latina. Por lo general, estos ingenieros agrónomos carecen de experiencia socioeconómica y tecnológica en la producción de cultivos; también tienen muy limitado contacto con los agricultores y desconocen los problemas que se presentan en las haciendas, en particular, en las de poca extensión. El CIAT proporciona a dichos becarios la oportunidad de poner a prueba su adiestramiento universitario orientado teóricamente, además de brindarles experiencia práctica en los diferentes aspectos del manejo de una finca y de la producción de cultivos, utilizando para ello los diferentes niveles de tecnología disponible, tanto para el pequeño agricultor como para los productores en gran escala.

Diez agrónomos de Colombia participaron en el primer curso para Especialistas en Producción de Cultivos, el cual comenzó el 15 de junio de 1970 y finalizó el 29 de julio de 1971. El segundo curso comenzó el 8 de marzo de 1971 y se extenderá hasta finales de febrero de 1972; está integrado por 14 estudiantes procedentes de República Dominicana, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador. Este sistema de cursos escalonados brindó la ventaja a los estudiantes de ambos cursos de haber tenido un período de cinco meses de adiestramiento conjunto en el cual los estudiantes más antiguos y con mayor experiencia ayudaron a guiar y orientar a los estudiantes nuevos de acuerdo con la filosofía del programa de adiestramiento que promueve el concepto de "aprender haciendo".

Durante el año, 29 miembros del personal técnico del CIAT y 16 profesionales de organismos colombianos y de la empresa privada, brindaron más de 500 horas de clase, dictando conferencias sobre ciencia agrícola y tecnología de cultivos, economía agrícola, administración de fincas, contabilidad de costos de producción y comunicaciones.

En los campos de la sede del CIAT, los becarios trabajaron bajo supervisión

cultivando arroz, maíz, sorgo, soya, frijol y caupí. Luego, se les asignaron lotes que operaron como "pequeñas fincas", de 9 a 12 hectáreas, dentro de la finca experimental del CIAT, las cuales fueron manejadas por grupos de tres o cuatro becarios; éstos eran responsables de las decisiones que tomaran sobre manejo, la selección de insumos que se debían utilizar y la maquinaria agrícola requerida.

Al finalizar el curso, cada uno de estos grupos redactó un informe sobre los proyectos desarrollados, indicando cuales fueron las bases de las decisiones que tomaron, tanto durante la etapa de planificación como en la de desarrollo de los cultivos, y presentando una relación de las observaciones hechas y de los problemas técnicos que se presentaron durante el ciclo de cultivo, un análisis detallado de los costos de producción y un esquema económico de la rentabilidad de la "finca" en términos del valor de los insumos, costos de producción y venta de cosechas.

Una parte esencial del programa de adiestramiento de los especialistas en producción de cultivos constituye el aprendizaje de la metodología para conducir ensayos con repeticiones en los cultivos con el fin de evaluar la aplicabilidad en empresas agrícolas, comerciales de la investigación hecha en estaciones experimentales. Durante todo el año, los becarios hicieron tales ensayos tanto en sus "fincas" como también dentro de las comunidades en las que trabajaron.

Durante el año, los becarios participaron en dos actividades relacionadas con el pequeño agricultor y el agricultor de subsistencia en el Valle del Cauca, prestándoles asistencia técnica y compartiendo con ellos las faenas de campo y la estada en sus casas. Esta experiencia fue útil para que los becarios conocieran más a fondo los problemas, modalidad de vida, inquietudes, aspiraciones, actitud y otras características psicológicas del pequeño agricultor.

La primera experiencia surgió de un ejercicio de clase sobre comunicación. Durante el mes de julio cada grupo de cuatro o cinco becarios permaneció tres días por semana trabajando en cuatro pequeñas comunidades, ayudando a los granjeros en sus tareas diarias y discutiendo con ellos sus problemas. Luego prepararon un informe acerca de la situación de las familias con las cuales trabajaron, incluyendo un análisis de los problemas observados y una serie de recomendaciones específicas sobre asistencia técnica. Estos informes fueron presentados ante los instructores del curso y los miembros del personal técnico del CIAT, a quienes se invitó para que participaran en las discusiones y

La obtención de experiencia en el manejo de bovinos es una de las habilidades que deben adquirir los especialistas en producción pecuaria, durante su periodo de adiestramiento en el CIAT.





La filosofía de "aprender haciendo" caracteriza el programa de adiestramiento graduado de especialistas en producción de cultivos que desarrolla el CIAT.

ofrecieran sugerencias. A través de esta experiencia e interacción, los investigadores se encararon a los graves problemas que afectan a los campesinos de ingresos reducidos. A la vez, esta modalidad de acción capacita a que los becarios adquieran experiencia para servir luego como enlace entre el investigador científico y el pequeño agricultor.

La segunda actividad que se desarrolló en 1971 consistió en situar a becarios por dos días a la semana durante un período de seis meses, en El Bolo, una pequeña comunidad en el Valle del Cauca. Cada becario proporcionó asistencia técnica directa a dos o cuatro pequeñas granjas. Al finalizar su adies-

tramiento los becarios presentaron un informe sobre su trabajo con los campesinos, al igual que una serie de sugerencias para continuar el programa de asistencia técnica en las pequeñas granjas en las cuales trabajaron.

Como parte de este proyecto, los becarios invitaron a los campesinos que colaboraron en el programa de adiestramiento, a visitar la sede del CIAT durante un día, a mediados de noviembre. Los objetivos de esta visita fueron: 1) brindar experiencia al becario en planificación, ejecución y evaluación de un día de campo y 2) demostrar a los campesinos que las recomendaciones dadas por los becarios eran el resultado de su experiencia de trabajo en las "pequeñas fincas", las cuales habían estado bajo su cuidado, en el centro experimental del CIAT.

Las dos últimas semanas del curso incluirán, además de los exámenes, una evaluación de las actividades del curso. Esta evaluación se hará a través de discusiones de mesa redonda entre los becarios y los instructores sobre los factores tecnológicos y socioeconómicos involucrados en los sistemas de producción de cultivos.

Para agosto de 1972 se planea un tercer curso de adiestramiento para especialistas en producción de cultivos. El período de cinco meses que transcurrirá entre el segundo y tercer curso permitirá que el coordinador del proyecto de adiestramiento y los instructores del curso revisen y evalúen la metodología y los materiales de enseñanza.

Programa de Adiestramiento para Especialistas en Producción Pecuaria

El primer programa del CIAT sobre Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria concluyó el 17 de diciembre de 1970 con la graduación de 11 becarios colombianos.

Durante 1971 las actividades del programa se encaminaron hacia el establecimiento de contactos con los primeros

egresados los cuales ya se encontraban trabajando en sus respectivas instituciones. Se concentraron esfuerzos en dos áreas específicas de interés: 1) iniciación de proyectos similares de adiestramiento conducidos por los graduados del primer curso, en cuatro facultades de Medicina Veterinaria y de Zootecnia en Colombia y 2) la finalización de la recolección de información de campo en las haciendas que colaboran con el proyecto en la zona cercana a Sincelejo, Departamento de Sucre, en la cual se realizó el primer curso.

Un antiguo becario inició en la Universidad de Caldas un curso sobre manejo de granjas ganaderas en la Facultad de Medicina Veterinaria. El curso incluyó un período de adiestramiento de dos semanas, al final del curso, en granjas individuales en el área de Sincelejo para los 27 estudiantes de quinto año. El trabajo de campo se efectuó bajo la supervisión del personal del CIAT que trabaja en Sincelejo. Se está planeando para 1972 un programa similar de adiestramiento en el campo el cual se llevará a cabo en el área del bajo Magdalena.

Uno de los graduados del primer curso dirige actualmente la Clínica Ambulatoria de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Antioquia, en Medellín. Se proyecta incorporar un programa de adiestramiento de dos meses en el campo en el curriculum de 1972 para estudiantes no graduados. Con la asistencia del CIAT se está estableciendo en la Universidad Nacional, seccional de Medellín, un curso similar y un programa de adiestramiento en el campo.

Se han sostenido conversaciones preliminares con el decano de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, en Bogotá, para estudiar una probable colaboración en un curso de adiestramiento sobre producción pecuaria que formaría parte del curriculum del quinto año.

Se espera que en el próximo Programa de Adiestramiento de Especialistas en Producción Pecuaria, que comenzará

el 1º de junio de 1972, participen uno o más miembros del personal docente de las mencionadas instituciones.

También en el área de Sincelejo, tres estudiantes graduados continuaron el trabajo de campo, la asistencia técnica y los ensayos de investigación que habían sido iniciados en aquellas granjas que cooperaron en el programa de adiestramiento. Durante el presente año ellos organizaron y llevaron a cabo un curso sobre manejo de granjas ganaderas para la Asociación Veterinaria de Sucre. Dicho curso consistió en dos horas de conferencia, tres veces por semana, durante un total de 10 semanas. Al finalizar el año, uno de los graduados abandonó el CIAT para ocupar una posición con la Federación Nacional de Cafeteros en su programa de Diversificación de Cultivos. Otro de los graduados partió para trabajar como funcionario encargado del programa de Producción Pecuaria del ICA.

Dos de los graduados permanecen en el CIAT coordinando y prestando asistencia en el desarrollo de cursos similares dentro de las entidades oficiales y educacionales de Colombia.

Los preparativos para el segundo curso de Adiestramiento para Especialistas en Producción Pecuaria comenzaron a mediados del año al enviar anuncios previos e información sobre el curso a los países latinoamericanos como paso inicial para el reclutamiento y selección de becarios. Los materiales de enseñanza están siendo objeto de revisión y de actualización para ser utilizados en el segundo curso. En las postrimerías de 1971, se inició el traslado de la sede de operaciones del curso, de Sincelejo al Centro de Investigaciones del ICA, en Turipaná.

Conferencias y Simposios

La eficiencia de un programa de desarrollo agrícola depende básicamente de que haya un liderazgo dinámico y bien informado que opere sobre el nivel técnico. Las personas que tienen capacidad de decisión en la formulación de



Es necesario que los técnicos agrícolas establezcan una buena relación personal con los agricultores de subsistencia a fin de lograr una transferencia efectiva de tecnología y de puntos de vista socioeconómicos.

políticas nacionales, que pueden obtener y asignar recursos crediticios, que tienen ascendencia sobre la industria que utiliza materia prima de origen agropecuario y sobre los sistemas de distribución, que ejercen influencia en el transporte, mercadeo, procesamiento y almacenamiento de productos agropecuarios, necesitan disponer de información en que puedan confiar. Con base en esa información podrán hacer estimativos de los requerimientos y de los potenciales de producción y proyecciones económicas hacia el futuro.

Además, los técnicos agrícolas tienen la responsabilidad de establecer canales de comunicación personal con estos líderes en los diferentes países con el fin

de informarles acerca de los avances logrados en la tecnología agrícola que sean viables y sugerirles aquellas políticas que sea necesario adoptar para conseguir un aumento en la productividad en determinados países y áreas específicas. El programa de expansión del CIAT incluye el desarrollo de facilidades y la realización de actividades en las cuales los líderes nacionales puedan actuar conjuntamente con los científicos del CIAT así como también con los científicos de las entidades nacionales. Aunque las instalaciones físicas del CIAT aún no están en disponibilidad de utilización ya se ha iniciado una serie de conferencias, simposios y "reuniones - taller" (workshops).

El CIAT espera incorporar a su programa de conferencias y simposios una inquietud para lograr objetivos muy bien definidos y métodos apropiados de comunicación, al igual que procedimientos eficaces que puedan emplearse para evaluar el impacto obtenido con las conferencias y las actividades posteriores que se generen como resultado de tales conferencias.

Con ocasión de la distribución de dos nuevas variedades de arroz de alto rendimiento, CICA 4 e IR22, el CIAT organizó y patrocinó un Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina, el cual tuvo lugar en Cali, del 10 al 14 de octubre. En este evento se reunieron aproximadamente 200 personas entre las que se encontraban cultivadores, investigadores y personas que tienen capacidad de tomar decisiones; estas personas, provenientes de 23 países, se enteraron acerca de las características de las nuevas variedades de arroz y discutieron las posibles consecuencias de su introducción en el sector agrícola y en las estructuras económicas de América Latina.

Se verificó, también organizado por el CIAT, un seminario afín sobre la "Resistencia Horizontal al Añublo del Arroz", el cual se llevó a cabo en Cali, del 8 al 12 de octubre. (Más detalles sobre estos eventos pueden encontrarse en el capítulo sobre Sistemas de Producción de Arroz en el presente informe).

Dentro de las actividades del programa de conferencias y simposios se incluyen los esfuerzos cooperativos hechos con otras instituciones y organismos de investigación y de adiestramiento de América Latina.

Se celebró, en Palmira, en el mes de noviembre, la IV Conferencia sobre mejoramiento de maíz en la Zona Andina, organizada y auspiciada conjuntamente por el CIAT y el ICA (ver capítulo sobre maíz).

Se proporcionó colaboración en la preparación de documentos para la III Reunión Latinoamericana sobre Producción Pecuaria, la cual se celebró en Bogotá

del 26 al 30 de abril. Esta reunión fue auspiciada por la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) cuyo vicepresidente es miembro del personal técnico del CIAT.

Investigación social, demostraciones y evaluaciones de campo

Esta unidad de trabajo se activó en 1971 con el nombramiento de un investigador asociado que asumió la responsabilidad de coordinar las labores de enseñanza sobre comunicación y economía agrícola en todos los programas de adiestramiento que patrocine el CIAT. Este coordinador ha tenido a su cargo, en gran parte, la labor de adiestramiento en producción de cultivos. Los estudiantes recibieron, aproximadamente, 50 horas de clase sobre economía agrícola enfocada hacia la administración de empresas comerciales agrícolas, con énfasis en la enseñanza de procedimientos contables, en el análisis de costos de producción y en las relaciones entre el costo y la ganancia neta. Este programa de adiestramiento tuvo una base teórica sobre estrategias para lograr el cambio, análisis de los factores de desarrollo, cambios de comportamiento, percepción y comunicación interpersonal. Por tal razón, constituyó un ejercicio pionero en cuanto a experiencia práctica en el campo con pequeños agricultores del Valle del Cauca. (Ver párrafo sobre el Programa de Adiestramiento para Especialistas en Producción de Cultivos, página 125).

Además del trabajo en los diferentes programas de adiestramiento, esta unidad colabora con los economistas del CIAT en estudios socioeconómicos y con otros miembros del personal técnico de la institución, sobre evaluación de algunas actividades del mismo.

En la actualidad, se está haciendo un estudio longitudinal del Seminario sobre Políticas Arroceras en América Latina. Los resultados preliminares de este estudio indican que el impacto de mayor importancia que se obtuvo subsiguiente-

mente a este seminario, radica en: a) la definición de cuales son las características agronómicas de las nuevas variedades de alto rendimiento; b) una confirmación de que las actitudes favorables hacia la adopción de las nuevas variedades de arroz se han fortalecido, y c) un mayor conocimiento de los posibles efectos de las políticas y programas arroceros existentes o bien, modificados, que se reflejarán en el cultivador y en el consumidor.

Se están desarrollando planes para estudiar la difusión de las nuevas variedades de arroz, particularmente entre los pequeños agricultores en Colombia y en otros países. En 1973 se pondrá en marcha un estudio longitudinal del programa de adiestramiento del CIAT.

Servicios de Información

Las actividades del Servicio de Información incluyen: cooperación en la planificación, redacción, edición, traducción, preparación de copias, incorporación de gráficos y fotografías, impresión y distribución de todas las publicaciones del CIAT. En 1971, se imprimió y distri-

buyó a más de 116 países del mundo el Boletín Técnico N° 1, "La Factibilidad de Introducir Maíz Opaco-2 para el Consumo Humano en Colombia"; también, las dos primeras ediciones de un noticiario bimensual, "Noti-CIAT", en el cual se publican asuntos sobre desarrollo agrícola aplicados a las zonas bajas tropicales y que sean de interés para el público en general. Estas publicaciones se produjeron en inglés y español.

En los primeros días de 1972 se distribuyó la versión en inglés del Informe Anual de 1970 y hacia finales del año, la versión en español se encontraba en la imprenta.

El trabajo de esta unidad incluyó la producción de todos los documentos e impresos para las conferencias y más de 200 trabajos que constituyeron material de enseñanza en los diferentes programas de adiestramiento. En general, se produjo material para todos los programas del CIAT. Finalmente, se escribieron dos artículos acerca de las actividades del CIAT en diferentes medios de difusión a fin de dar a conocer la institución en la forma más amplia posible.

BIBLIOTECA

Actualmente, la colección de publicaciones que tiene la Biblioteca del CIAT incluye 5.433 volúmenes catalogados, 551 revistas recibidas por suscripción y 250 publicaciones periódicas obtenidas a través de donaciones o canje con otras bibliotecas.

Se han adelantado conversaciones preliminares con el International Development Research Centre, de Canadá con el fin de establecer, en la biblioteca del CIAT, un Centro de Documentación sobre Yuca. Esta unidad tratará de recoger toda la literatura mundial que exista

sobre la yuca con el propósito de publicar posteriormente una bibliografía anotada sobre dicho producto. Periódicamente se imprimirán suplementos.

Un análisis preliminar de las publicaciones sobre yuca, efectuado sobre una muestra de 162 artículos publicados en los últimos cuatro años y que han sido obtenidos de la Biblioteca Nacional de Agricultura, de Beltsville, Maryland, Estados Unidos, mostró una amplia dispersión de los artículos en diferentes publicaciones. La Figura 1 presenta los resultados de dicho análisis.

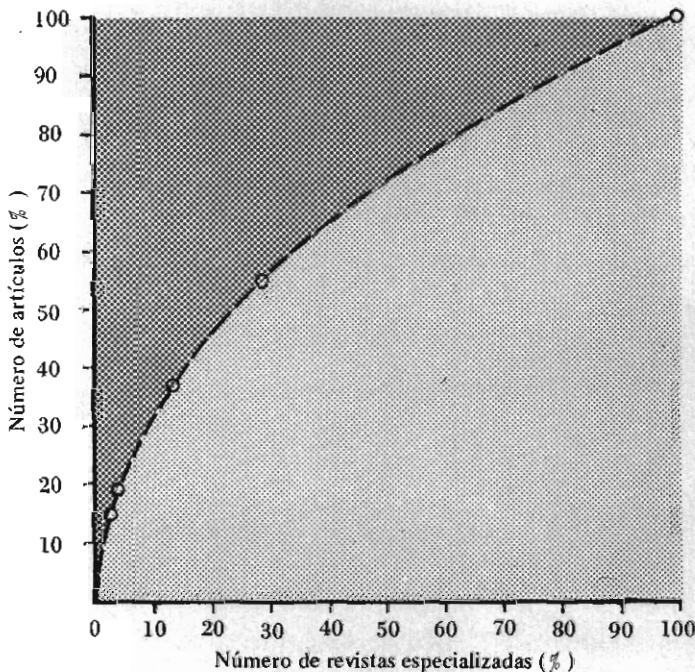


FIGURA 1.

La literatura sobre yuca se publica en revistas de muy diferente naturaleza. Como se puede ver en la curva de la figura, para cubrir un 55 por ciento de los artículos publicados sería necesario suscribirse a un 28 por ciento de las revistas. La obtención del 45 por ciento restante de artículos implicaría un incremento en suscripciones de un 72 por ciento.

Estas y otras consideraciones hacen necesario un enfoque más especializado que analice documento por documento la literatura sobre yuca, en lugar del enfoque tradicional que implica la suscripción a muchas publicaciones marginales. Este enfoque individual de documentos tiene la ventaja adicional de proporcionar un análisis profundo de cada documento.

En una reunión celebrada en Roma, en el mes de noviembre, el CIAT fue invitado para que actuara como representante regional para la América tropical en el establecimiento de un sistema mundial de información agrícola, AGRIS, el cual es patrocinado por la Organización de las Naciones Unidas pa-

ra la Agricultura y la Alimentación (FAO). El primer nivel en el sistema AGRIS se relaciona con la identificación de fuentes de información y su compilación en un boletín mensual informativo.

En relación con la mencionada reunión, el bibliotecario del CIAT viajó por diferentes países europeos en los que existen instituciones que se consideran como líderes en la investigación sobre yuca con el fin de establecer contactos personales y obtener copias de sus colecciones. Entre tales entidades visitó las siguientes: el Instituto de Productos Tropicales, de Londres, Inglaterra; el Real Instituto Tropical, de Amsterdam, Holanda; el Instituto para la Investigación Agrícola Tropical, de Nogent sur - Marne, Francia; y las Universidades de Bonn y Hohenheim, en Alemania Occidental.

En el mes de octubre, el señor Thomas Block, bibliotecario del CIAT durante los dos últimos años, terminó su contrato e ingresó al Instituto Centroamericano de Administración de Empresas, INCAE, en Managua, Nicaragua.

Administración y Finanzas

PRICE WATERHOUSE & CO.

AFANAYADO AEREO 190
CALI-COLOMBIA

Abril 11, 1972

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, 1971 y los estados correspondientes de ingresos y gastos y saldos de fondos 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.

Los gastos de 1971 y las cuentas por pagar a Diciembre 31, 1971 están sobreestimados en \$155,783 a consecuencia de incluir ciertos compromisos para desembolsos futuros por compra de equipos (\$90,120) y gastos (\$65,663).

En nuestra opinión, con excepción del asunto mencionado en el párrafo anterior, los estados financieros que se acompañan, examinados por nosotros, presentan fidedignamente la situación financiera de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1971 y el resultado de sus operaciones durante el año, de conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados.

Price Waterhouse & Co.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

BALANCE GENERAL

DICIEMBRE 31, 1971

(Expresado en dólares estadounidenses - Nota 1)

ACTIVO (Nota 2)

Caja y bancos		399,406
Depósitos exigibles		50,397
Depósitos con, y fondos asignados por, The Rockefeller Foundation, New York (para compras)		129,330
Por recibir de Agency for International Development, Washington, D. C.		341,493
Anticipos a empleados		17,600
Anticipos a contratistas y otros		237,924
Otras cuentas por recibir		107,699
Propiedades y equipo (Nota 3):		
Terreno	4,196	
Equipo agrícola	295,030	
Equipo de laboratorio	254,781	
Muebles, enseres y equipo de oficina	235,511	
Vehículos	256,783	
Construcción en progreso	1,276,482	2,322,783
Otros activos:		
Ganado experimental	51,129	
Libros y publicaciones	63,992	
Suministros	7,097	122,218
Total del activo		<u>3,728,850</u>

PASIVO Y SALDOS DE FONDOS

Pasivo:

Cuentas por pagar	378,015
Prestaciones sociales acumuladas	44,688
	<u>422,703</u>
Ingresos diferidos - anticipo de Interamerican Development Bank, Washington, D. C.	25,000
Saldos de fondos (según estado adjunto):	
Fondo de capital	3,141,182
Fondo de operación	139,965
	<u>3,281,147</u>
Total del pasivo y saldos de fondos	<u>3,728,850</u>

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)**ESTADO DE INGRESOS Y GASTOS****AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1971**

(Expresado en dólares estadounidenses - Nota 1)

Ingresos: —

Donaciones de operación:

Agency for International Development, Washington, D. C.	697,006
The Ford Foundation, New York	680,000
The Rockefeller Foundation, New York	680,000
The W. K. Kellogg Foundation, Battle Creek	216,171
International Development Research Centre, Ottawa	212,625
The Government of the Netherlands, The Hague	125,000
Interamerican Development Bank, Washington, D. C.	65,116

2,675,918
18,454

Ventas de productos agrícolas y otras

2,694,372

Gastos básicos:

Ciencias pecuarias	491,130
Ciencias agrícolas	551,778
Adiestramiento y comunicaciones	299,675
Economía agrícola	77,098
Ingeniería agrícola y operaciones de la estación	206,887
Parque automotor	35,707
Biblioteca	88,480
Biometría	1,623
Administración	229,780
Gastos generales	285,356
Compra de equipos	90,120

2,357,634

Gastos no básicos:

Producción de cultivos	87,824
Conferencias y simposia	40,601

2,486,059

Exceso de ingresos sobre gastos

208,313

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

ESTADO DE SALDOS DE FONDOS

AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1971

(Expresado en dólares estadounidenses - Nota 1)

	Fondo de operación	Fondo de capital
Saldos de fondos a Diciembre 31, 1970	(68,348)	2,828,883
Donación de capital de The Rockefeller Foundation, New York		244,434
Terreno traspasado al Instituto Colombiano Agropecuario		(3,206)
Ingresos del fondo de capital en 1971		71,071
Exceso de ingresos sobre gastos de 1971 (según estado adjunto)	208,313	
Saldos de fondos a Diciembre 31, 1971	<u>139,965</u>	<u>3,141,182</u>

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS

DICIEMBRE 31, 1971

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 caja y bancos, depósitos, anticipos, cuentas por recibir, otros activos y pasivo	20.78	Tasa aproximada de cambio a fin de año
Desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos	19.92	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares
Ingresos en pesos	19.62	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

NOTA 2:

CIAT opera bajo un acuerdo firmado con el gobierno de Colombia, en el cual las condiciones más importantes son las siguientes:

1. La duración del acuerdo es de 10 años, 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:

De acuerdo con principios de contabilidad generalmente aceptados aplicables a entidades sin ánimo de lucro, CIAT no registra depreciación sobre sus propiedades y equipo.

Este informe
fue producido por la
Oficina de Servicios de Información
Adiestramiento y Comunicación
CIAT
Apartado Aéreo 67-13
Cali, Colombia
Fotografías: Neil Mac Lellan
Diseño: Libardo Didier González C.
Portada: Germán Páez M.
Impreso en Bogotá, Colombia
por Canal Ramírez - Antares
Noviembre 1972