

ISSN 0120-3169
ISSN 0120-3150



CIAT Report Informe CIAT 1990

Report on 1989 Highlights
Informe sobre Actividades
Sobresalientes en 1989

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

CIAT Publication No 162
ISSN 0120-3169
ISSN 0120-3150
Press run. 5000
Printed in Colombia
June 1990

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990.
CIAT Report/Informe CIAT 1990. Amaya, S. (ed.). Cali,
Colombia. xvi, 192 p.

Contents*

Contenido*

	Page Página
Foreword Prólogo	xi
Change in CIAT's Leadership Cambio en la Dirección del CIAT	xiii
Looking Back and Looking Ahead Mirada Retrospectiva y hacia Adelante	1
Bean Program Programa de Frijol	15
New Emphasis on Adaptation to Drought and Infertile Soils Nuevo Énfasis en Adaptación a la Sequía y a los Suelos de Baja Fertilidad	17
Advances in Pest-and-Disease Control Progresos en el Control de Enfermedades y Plagas	22
The Hidden Richness of Wild Beans: CIAT's Germplasm Collection La Riqueza Oculta del Frijol Silvestre: Colección de Germoplasma del CIAT	26
Biotechnology for Bean Improvement Biotecnología para el Mejoramiento del Frijol	32
Snap Beans: A Fruitful Research Prospect La Habichuela: Una Investigación Promisoria	37
Cassava Program Programa de Yuca	44
New Cassava Varieties for Colombia Nuevas Variedades de Yuca para Colombia	47
Commercial Production of Cassava Seed Under Way in Colombia En Marcha Producción Comercial de Semilla de Yuca en Colombia	54

-
- The contents of this report are presented in English and Spanish. The full narrative text, photo captions, and titles of tables and figures appear in both languages, but only key elements of tables and figures are in Spanish. Annexes are in English, with titles and key elements in Spanish also.
 - El contenido de este informe se presenta en inglés y español en su parte narrativa, en leyendas de fotos y en títulos de cuadros y figuras; en estos últimos, sólo los elementos clave aparecen en español. Los Anexos se presentan en inglés, con traducción al español de los títulos y elementos clave.

	Page Página
Successful Research Triad in Indonesia Exitosa Tríada de Investigación en Indonesia	59
Cassava Root Rots: Progress in Their Control Pudriciones Radicales de la Yuca: Progresos en su Control	64
Cassava for the Future. Potential Contributions of the Biotechnology Network La Yuca del Futuro: Contribución Potencial de la Red de Biotecnología	70
Rice Program Programa de Arroz	78
Rice in Latin America: Production Outlook and the Role of Research Arroz en América Latina: Panorama de la Producción y Papel de la Investigación	80
Integrated Management of Rice Blast Manejo Integrado del Añublo del Arroz	90
Rice for Acid Soils of the Savannas Arroz para los Suelos Ácidos de las Sabanas	96
Tropical Pastures Program Programa de Pastos Tropicales	103
Pastures in Dual-Purpose Systems Las Pasturas en Sistemas de Doble Propósito	107
The Long Road to Adoption. Experiences with a Forage Association El Largo Camino de la Adopción. Experiencias con una Asociación Forrajera	111
Ten Years of RIEPT Diez Años de la RIEPT	115
Genetic Improvement of <i>Centrosema</i> and <i>Brachiaria</i> Mejoramiento Genético de <i>Centrosema</i> y <i>Brachiaria</i>	123
Virus Detection in Forage Legumes Detección de Virus en Leguminosas Forrajeras	129
Joint Rice-Tropical Pastures Project Proyecto Conjunto Arroz-Pastos Tropicales	135
Rice-Pastures: A Promising System for the Savannas Arroz-Pastos: Sistema Promisorio para las Sabanas	135
Training and Communications Support Program Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones	145
Training Trainers Capacitación de Capacitadores	148

	Page Página
Training Materials: Their Effectiveness and Impact Materiales de Capacitación: Su Efectividad e Impacto	152
Modernizing Information Services Modernización de los Servicios de Información	156
Annexes Anexos	160
Expenditures in 1989 Gastos en 1989	161
Sources of Funds in 1989 Fuentes de Fondos en 1989	163
Collaborative Research Projects in 1989 Proyectos Colaborativos de Investigación en 1989	165
CIAT Publications in 1989 Publicaciones del CIAT en 1989	169
External Publications by CIAT Staff in 1989 Publicaciones Externas de Personal del CIAT en 1989	171
Board of Trustees Junta Directiva 1989, 1990	178
Senior and Professional Staff (as of March 1990) Personal Senior y Profesional (a marzo de 1990)	179
The CGIAR System El Sistema GCIAI	190
Acknowledgments Reconocimientos	192

Foreword

This report presents some of the highlights of CIAT's work in 1989. As with any 'highlight' document, it represents only a sample of a much broader range of activities and accomplishments; and as is true for any long-term research effort, the results reported in such a snapshot fashion depict the fruits of past efforts and the beginnings of new approaches at a particular point within a time spectrum that spans decades.

Some of the accomplishments reported here are the consequence of many years of patient labor. For example, the new cassava varieties resulted from crosses made in the early 1980s, and were identified through years of selection and evaluation carried out collaboratively between CIAT and the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). The advances in pest and disease control in beans are the fruits of efforts to identify and combine the relevant resistance genes, a top priority since the inception of the Bean Program. Similarly, progress reported for integrated management of rice blast has been made possible by the long-term effort to incorporate resistance to that disease from many sources. Farmer adoption of new grass-legume pasture associations represents the first harvest of many years of methodology development, collection, selection, testing, and cooperation to validate and implement a novel approach to pasture development for regions with acid, infertile soils. Training materials developed over more than a decade have been found to be widely used and effective.

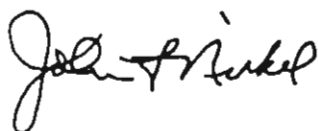
The Center's dynamism is exhibited in the reports on the application of advanced biological science to the solution of practical problems. For instance, new molecular methods were used to identify and develop indexing procedures for virus of forage legumes to ensure safe international movement of this valuable genetic material. The establishment of the Cassava Biotechnology Network brings together scientists from many specialized laboratories in a number of countries to help solve high-priority production problems for this crop

Our increased emphasis on sustainable production systems is also demonstrated in these highlights. Exciting preliminary results have been obtained from the new, inter-program initiative to develop rice-pasture production systems for the savannas. These efforts are opening new horizons for highly profitable crop-animal farming systems that are not only sustainable, but actually improve the soils and enhance the productivity of this major ecosystem. The advances in bean tolerance to drought and infertile soils hold promise for increasing production stability under the marginal conditions of poor soils and unreliable rainfall that characterize many bean production systems.

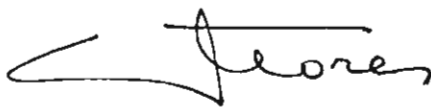
The activities reported here also manifest the continuing evolution of CIAT's relations with its partners in national agricultural research and development systems. The story "Ten Years of RIEPT" portrays an evolving network on pasture research. The description of the new emphasis on training trainers demonstrates both the increased strength and role of our partners and the adjustment made in CIAT training methods to facilitate that role in moving new technology to farmers.

This report, compiled during the first months of 1990, comes at an important milestone in CIAT's history. CIAT is entering another decade, for which a new strategic plan is being prepared. A reflection of what CIAT has accomplished in the past decade and its provisions for the one we are entering is embodied in the first chapter: "Looking Back and Looking Ahead."

On 1 March 1990, Dr. Gustavo Nores assumed the position of Director General of CIAT, thus the Center is also entering a period of new leadership. The Board of Trustees has full confidence that, under his management, CIAT will enter a new era of dynamic and productive service. Millions of producers and consumers depend on the results of the cooperative efforts between this Center and its national program partners to achieve a better life.



John L. Nickel
Departing Director General



Gustavo A. Nores
Incoming Director General



Frederick E. Hutchinson
Chairman of the Board

Prólogo

Este informe presenta algunos de los logros obtenidos por el CIAT al cabo de sus actividades de 1989. Como todo documento sobre logros y resultados, su contenido representa sólo una muestra de un repertorio mucho más amplio de actividades y realizaciones. Además, como corresponde a cualquier esfuerzo a largo plazo, los resultados descritos tan sucintamente son el fruto de actividades pasadas y el comienzo de otras nuevas, en un momento dado del transcurso de varias décadas.

Algunos de los logros aquí descritos tienen tras sí muchos años de paciente trabajo. Por ejemplo, las nuevas variedades de yuca resultantes de cruces hechos a comienzos de los años ochenta, e identificadas durante años de selección y evaluación cooperativas entre el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Los avances en el control de plagas y enfermedades del frijol, fruto del esfuerzo para identificar y combinar los genes de resistencia adecuados, trabajo éste prioritario para el Programa de Frijol desde sus comienzos. El progreso alcanzado en el manejo integrado del añublo del arroz, hecho posible por el esfuerzo a largo plazo para incorporar al arroz resistencia de varias fuentes a esta enfermedad. La adopción por los ganaderos de las asociaciones de pastos y leguminosas, primera cosecha de años de desarrollo metodológico, recolección, selección, pruebas y cooperación en la evaluación y aplicación de una nueva aproximación al desarrollo de pasturas para las regiones de suelos ácidos e infértiles. Los materiales de capacitación producidos durante más de una década que han probado ser ampliamente utilizados y efectivos.

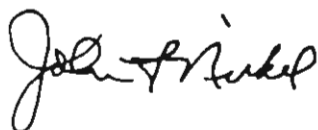
El dinamismo del Centro se pone de presente en los informes sobre aplicación de la ciencia biotecnológica avanzada a la solución de problemas prácticos. Por ejemplo, los nuevos métodos moleculares empleados en la identificación y en los procedimientos de indización de agentes virales de las leguminosas forrajeras, para garantizar el intercambio internacional de éstas sin riesgos de contaminación. El establecimiento de la Red de Biotecnología de Yuca, que congrega a científicos de laboratorios especializados de numerosos países para contribuir a la solución de problemas prioritarios de producción de este cultivo.

Nuestro mayor énfasis en los sistemas de producción sostenibles es evidente en este informe. Interesantes resultados preliminares se han obtenido del esfuerzo conjunto de dos programas para desarrollar sistemas de producción de arroz y pastos para las sabanas. Tales esfuerzos abren nuevos horizontes de lucrativa producción agropastoril que será no solamente sostenible sino que mejorará los suelos y la productividad de ese importante ecosistema. Los avances en la tolerancia del frijol a la sequía y a los suelos infértiles constituyen una promesa para incrementar la estabilidad de la producción en las condiciones marginales de suelos pobres y lluvias inciertas que caracterizan a muchos sistemas de producción de frijol.

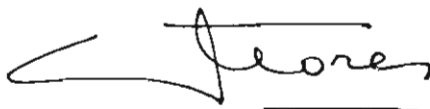
Las actividades aquí consignadas también ponen de manifiesto la evolución continua en las relaciones del CIAT con sus socios de los sistemas nacionales de investigación y desarrollo agrícolas. El relato "Diez Años de la RIEPT" presenta a una red de investigación de pastos en permanente evolución. La descripción de la nueva actividad de capacitación de capacitadores demuestra tanto la mayor competencia como el papel activo de nuestros socios, y destaca los ajustes hechos por el CIAT en sus métodos de enseñanza para facilitarles el cumplimiento de su papel en la transferencia de nueva tecnología a los agricultores.

Este informe, preparado en los primeros meses de 1990, aparece en un momento importante en la historia del CIAT. Este Centro está entrando a otra década para la cual prepara un nuevo plan estratégico. Una apreciación de las realizaciones del CIAT en la década pasada y de sus preparativos para la que comienza está contenida en el primer capítulo, "Mirada Retrospectiva y hacia Adelante".

El 1 de marzo de 1990 se posesionó el Dr. Gustavo Nores como nuevo Director General del CIAT, con lo cual el Centro también inició un período bajo nuevo liderazgo. La Junta Directiva tiene plena confianza en que su conducción llevará al CIAT a una era de servicio dinámico y productivo. De los resultados de la cooperación entre este Centro y sus socios, los programas nacionales, depende el mejor nivel de vida de millones de productores y consumidores.



John L. Nickel
Director General Saliente



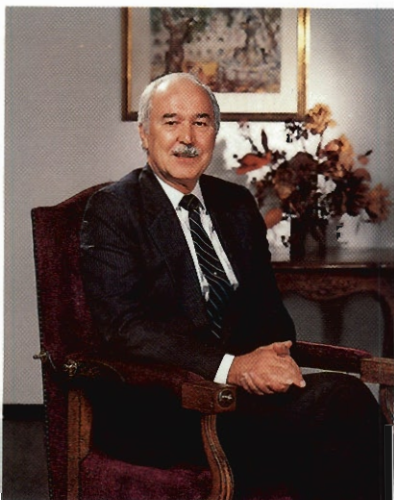
Gustavo A. Nores
Director General Entrante



Frederick E. Hutchinson
Presidente de la Junta

Change in CIAT's Leadership

Cambio en la Dirección del CIAT



John L. Nickel



Gustavo A. Nores

Departing Director General

John L. Nickel retired from CIAT on 1 March 1990 after 15 years as its Director General. During that time, the Center attained its present position as a highly respected agricultural research organization. Dr. Nickel's contribution to the consolidation of the Center and its role in international agricultural development was recognized by the President of Colombia, Dr. Virgilio Barco, when Dr. Nickel was awarded the Order of Agricultural Merit, High Official, by the Colombian Government on 9 November 1989. The President said: "As Director General of the Centro Internacional de Agricultura Tropical for the last fifteen years, he [Dr. Nickel] has been the leader of a selected team of technicians and scientists who have made significant advances in the production of beans, cassava, rice, and tropical pastures. More important yet, thanks to his efforts, such knowledge has disseminated and has been applied not only by our rural producers but by scientists and experts the world over."

Director General Saliente

John L. Nickel se retiró del CIAT el 1 de marzo de 1990, luego de 15 años como su Director General. Durante ese período, el Centro consolidó su posición actual de institución de investigación agrícola altamente respetada. La contribución del Dr. Nickel a la consolidación del Centro y a su papel en el desarrollo agrícola internacional fue reconocida por el Presidente de Colombia, Dr. Virgilio Barco, al otorgarle la Orden del Mérito Agrícola, grado de Gran Oficial, a nombre del gobierno nacional, el 9 de noviembre de 1989. Dijo en esa ocasión el Presidente: "Como Director General del Centro Internacional de Agricultura Tropical en los últimos quince años [el Dr. Nickel] ha sido el líder de un equipo seleccionado de técnicos y científicos que han logrado mostrar adelantos significativos en la

Dr. Nickel, Ph.D in Agricultural Entomology, University of California-Berkeley, USA, devoted more than 30 years of his professional life to international agricultural development. Prior to his assignment in CIAT, he served, among other posts, in Africa, at the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, and at the University of East Africa (now Makerere University), Kampala, Uganda; and in Asia, at the International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, and as a U. S. Agency for International Development advisor to the Ministry of Agriculture, Cambodia. He also performed short consultancies in Zaire, Uganda, and Ivory Coast.

Dr. Nickel's management experience is condensed in his recent book, *Research Management for Development: Open Letter to a New Agricultural Research Director*, published by the Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.

His awards and academic distinctions include an Honorary Professor award with the Universidad Agraria, Peru, 1977; Doctor of Science (Agriculture) *honoris causa*, Technical University of Berlin, 1981, and Doctor *honoris causa*, Universidad Nacional de Colombia, 1989. In addition to the Order of Agricultural Merit, Dr. Nickel received, before his departure, the ICA Medal from the Instituto Colombiano Agropecuario, and the Order of the Confederate Cities of Valle del Cauca.

Dr. and Mrs. Nickel returned to their country, the United States, in early March 1990.

Incoming Director General

Gustavo A. Nores became Director General of CIAT on 1 March 1990. At the inaugural ceremony, Dr. Frederick Hutchinson, Chairman of the Board of Trustees, stated: "The Board of

producción de frijol, yuca, arroz y pastos tropicales. Y, lo que es más importante, gracias a sus esfuerzos, tales conocimientos se han difundido y aplicado no solamente por nuestros productores rurales sino también por científicos y expertos de todos los rincones del mundo".

El Dr. Nickel, Ph.D. en entomología agrícola de la Universidad de California-Berkeley, Estados Unidos, ha dedicado más de 30 años de su vida profesional al desarrollo agrícola internacional. Antes de asumir la dirección del CIAT, desempeñó varios cargos en otros continentes: en Africa, en el International Institute of Tropical Agriculture, en Ibadán, Nigeria, y en la Universidad de Africa Oriental (actualmente Makerere University), en Kampala, Uganda; y en Asia, en el International Rice Research Institute, en Los Baños, Filipinas, y como asesor de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en el Ministerio de Agricultura de Cambodia. También realizó cortas consultorías en Zaire, Uganda y Costa de Marfil.

Su experiencia en dirección del desarrollo agrícola está condensada en su reciente libro, *Research Management for Development: Open Letter to a New Agricultural Research Director*, publicado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.

Los premios y distinciones conferidas al Dr. Nickel incluyen un profesorado honorario en la Universidad Agraria, Perú, 1977; un doctorado *honoris causa* en ciencias (agricultura) de la Universidad Técnica de Berlín, 1981; y un doctorado *honoris causa* de la Universidad Nacional de Colombia, 1989. Además de la Orden del Mérito Agrícola, el Dr. Nickel recibió antes de su partida la Medalla del ICA, del Instituto Colombiano Agropecuario, y la Orden de las Ciudades Confederadas del Valle del Cauca.

El Dr. Nickel y su señora regresaron a su país natal, Estados Unidos, a principios de marzo de 1990.

Director General Entrante

Gustavo A. Nores asumió como Director General del CIAT el 1 de marzo de 1990.

Trustees is completely satisfied that in Dr. Gustavo Nores we have found the best qualified person in the world to assume that position. His previous experiences at CIAT and with other global agricultural organizations have given him great insight into what needs to be done."

Gustavo Nores, native of Argentina, Ph.D. in Agricultural Economics, Purdue University, USA, had served at CIAT from 1976 to 1987 as Agricultural Economist, the first Coordinator of the Tropical Pastures Program, Director of Land Resources Research and International Cooperation, and Deputy Director General.

Between 1987 and 1990, Dr. Nores was a private consultant with various international organizations, including the Technical Advisory Committee of the Consultative Group on International Agricultural Research, Board Member of the International Fertilizer Development Center, the International Council for Research in Agroforestry, and the Kellogg International Fellowship Program in Food Systems; and Advisory Committee Member of the Caribbean Agricultural Research and Development Institute.

Prior to his first appointment with CIAT, Dr. Nores worked in Argentina as a Teaching Assistant and Professor at the Universidad de Córdoba, Advisor to the Ministry of Economics, and Vice-President of the National Meat Board, and in Nicaragua as a private consultant with the Meat Production and Marketing Project.

Dr. Nores explained his vision of CIAT at the inaugural ceremony, and emphasized that "CIAT was created to bring the benefits of science and technology to developing countries, and it represents the international community's sincere effort to help those countries help themselves." He also expressed his and his family's personal satisfaction in having returned to Colombia, in his words, "a generous land, and a land of values and courage"

En la ceremonia inaugural, el Dr. Frederick Hutchinson, presidente de la Junta Directiva, señaló: "La Junta Directiva está plenamente convencida de que en el Dr. Gustavo Nores ha encontrado la persona mejor calificada del mundo para asumir tal posición. Su experiencia previa en el CIAT y en otras entidades agrícolas internacionales le confiere una gran visión sobre lo que debe hacerse".

Gustavo Nores, natural de Argentina, Ph.D. en economía agrícola de la Universidad de Purdue, Estados Unidos, había trabajado en el CIAT, entre 1976 y 1987, como economista agrícola, primer coordinador del Programa de Pastos Tropicales, director de Investigación en Recursos de Tierra y Cooperación Internacional, y director general adjunto.

Entre 1987 y 1990, el Dr. Nores trabajó como consultor privado en varias organizaciones internacionales, entre ellas el Comité Técnico Asesor del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional, como miembro de la Junta del International Fertilizer Development Center, del International Council for Research in Agroforestry, del Kellogg International Fellowship Program in Food Systems, y como miembro del Consejo Asesor del Caribbean Agricultural Research and Development Institute.

Antes de asumir su primer cargo en el CIAT, el Dr. Nores había trabajado en Argentina como instructor asistente y luego profesor en la Universidad de Córdoba, como asesor en el Ministerio de Economía, y como vicepresidente del Consejo Nacional de Carnes. Más adelante, en Nicaragua, trabajó como consultor en el Proyecto de Producción y Mercadeo de Carnes.

Durante la ceremonia de su posesión, el Dr. Nores explicó su visión del CIAT y resaltó que "el CIAT fue creado para brindar los beneficios de la ciencia y de la tecnología a los países en desarrollo, y representa el esfuerzo sincero de la comunidad internacional de ayudar a esos países a ayudarse a sí mismos". También expresó su satisfacción personal y la de su familia de hallarse nuevamente en Colombia, país al que llamó "tierra generosa, tierra de valores y de valientes".

Looking Back and Looking Ahead

Mirada Retrospectiva y hacia Adelante

The turn of a decade presents an opportunity to take stock of where we have been, survey the changing environment in which we operate, and develop a fresh vision of where we will be going. In doing this rapid examination, it helps to keep in mind CIAT's current mission, which is similar in many ways to the one adopted by its founders in the late 1960s.

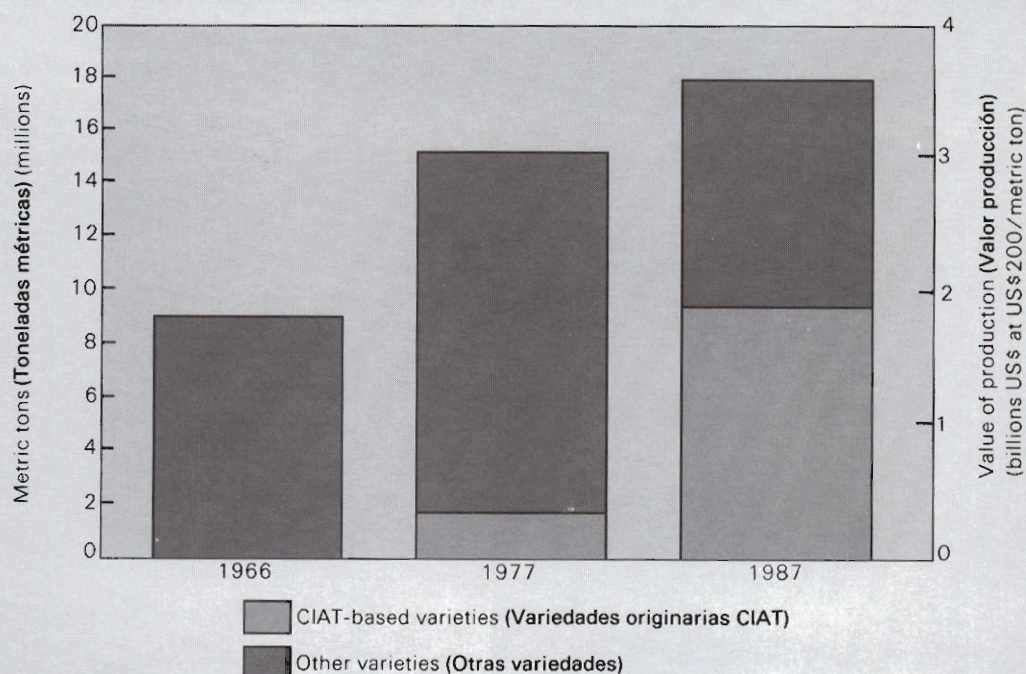
CIAT's mission is "To contribute to economic development and poverty reduction in developing countries by applying modern science to the generation of new technology that will increase food production and productivity. This mission can be accomplished only by working in partnership with various institutions, especially national agricultural research organizations."

In 1971, CIAT joined the system of 13 international agricultural research centers under the auspices of the Consultative Group on International Agricultural Research. CIAT's mandate under this system was to conduct global research on common beans and cassava, except Africa in the latter case, and regional research in Latin America and the Caribbean on rice and tropical pastures.

El final de la década nos brinda la oportunidad de hacer un recorrido por el camino transitado, examinar el cambiante panorama en el cual actuamos y mirar abiertamente hacia dónde vamos. Para este rápido examen conviene tener en mente la misión actual del CIAT, semejante en muchos aspectos a la adoptada por sus fundadores a finales de la década de los sesenta.

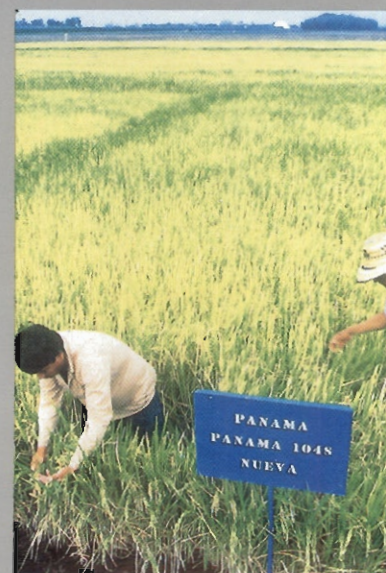
La misión del CIAT es "Contribuir al desarrollo económico y a la lucha contra la pobreza en los países en desarrollo, aplicando la ciencia a la generación de nueva tecnología que incremente la producción de alimentos y la productividad agrícola. Este propósito sólo puede alcanzarse trabajando en asocio con varias instituciones, especialmente las entidades nacionales de investigación agrícola".

En 1971 el CIAT ingresó al sistema de 13 centros internacionales de investigación agrícola auspiciado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional. Dentro de este sistema, el CIAT recibió el mandato de realizar investigación a nivel global sobre frijol y yuca, exceptuando a África en el último caso, e investigación de alcance regional en América Latina y el Caribe sobre arroz y pastos tropicales.



CIAT's impact on rice production in Latin America has grown steadily since the 1970s. Between 1977 and 1987, rice varieties originating from CIAT produced US\$10.1 billion. Of this value, \$5.9 billion can be attributed to CIAT-based germplasm and associated management practices.

El impacto del CIAT sobre la producción de arroz en América Latina ha sido ascendente a partir de los años setenta. Entre 1977 y 1987, las variedades de arroz originarias del CIAT produjeron 10,100 millones de dólares US, de los cuales 5,900 millones son atribuibles al germoplasma y sus correspondientes prácticas de manejo emanadas del Centro.



1



2



3

Adoption of CIAT-based rice varieties: **1** Seed multiplication of Panama 1048 in IRTP (now INGER) plot, CIAT-Palmira, Colombia. **2** Commercial plantation of IRGA 409, Corrientes, Argentina. **3** Farm evaluation of promising lines at David, Chiriquí Province, Panama.

Adopción de variedades de arroz originarias del CIAT: **1** Multiplicación de semillas de la variedad Panamá 1048 en lote del IRTP (actualmente INGER) en CIAT-Palmira, Colombia. **2** Siembra comercial de IRGA 409 en Corrientes, Argentina. **3** Evaluación de variedades promisorias en finca de agricultor, David, provincia de Chiriquí, Panamá.

Looking Back

The 1970s

In its first decade of operations—the 1970s—CIAT developed its facilities and programs. This was a period of rapid expansion. At the same time it was one of circumspection as the Center moved from a broad initial base to a smaller number of more sharply focused research programs.

These programs, built around interdisciplinary teams of scientists, were based on three major food staples of the Latin American region: rice, beans, and cassava; a fourth program, replacing the previous Beef Program, was structured toward the end of the decade for research on forage pastures in the acid soils of the Latin American lowland tropics.

The 1980s

CIAT's evolution and progress during the 1980s can be characterized by its increasing **decentralization, internationalization, specialization, and impact**

Decentralization. Having built a solid research and training base at headquarters in Colombia, CIAT progressively moved outward, building stronger ties with national agricultural research programs by decentralizing a growing share of its operations.

A pivotal feature of this decentralization was the development of regional programs. By outposting staff in key regions where the respective commodities were of greatest importance, CIAT was able to pay greater attention to regional research priorities and work more closely with its national program partners.

The regional staff stimulated and promoted the generation of regional networks that facilitated sharing of responsibilities between CIAT and national scientists and among the national programs themselves. These

Mirada Retrospectiva

Los años setenta

En su primera década de operaciones—los años setenta—el CIAT construyó sus instalaciones y programas. Este período fue de rápida expansión, así como de circunspección en el tránsito de una amplia gama inicial de programas de investigación a un menor número de ellos, pero más rigurosamente enfocados.

Tales programas, integrados por equipos interdisciplinarios de científicos, emprendieron la investigación de tres productos alimenticios básicos en América Latina: el arroz, el frijol y la yuca; el cuarto programa, que reemplazó al Programa de Carnes inicial, fue conformado al final de la década para investigar las pasturas forrajeras aptas para los suelos ácidos de los trópicos bajos latinoamericanos.

Los años ochenta

La evolución y los progresos del CIAT durante esta década se caracterizaron por su creciente **decentralización, su internacionalización, su especialización y el impacto logrado.**

Decentralización. Habiendo sentado una sólida base de investigación y capacitación en su sede en Colombia, el CIAT se proyectó progresivamente hacia el exterior, fortaleciendo sus nexos con los programas nacionales de investigación agrícola mediante la decentralización creciente de sus operaciones.

El desarrollo de programas regionales fue elemento básico en esta decentralización. Al trasladar personal a regiones clave donde los productos de investigación del CIAT eran de gran importancia, el Centro pudo prestar mayor atención a las prioridades regionales de investigación y trabajar más estrechamente con sus socios de los programas nacionales.

El personal regional promovió la formación de redes que facilitarían compartir responsabilidades entre el CIAT y los científicos nacionales, y entre los programas nacionales mismos. Tales

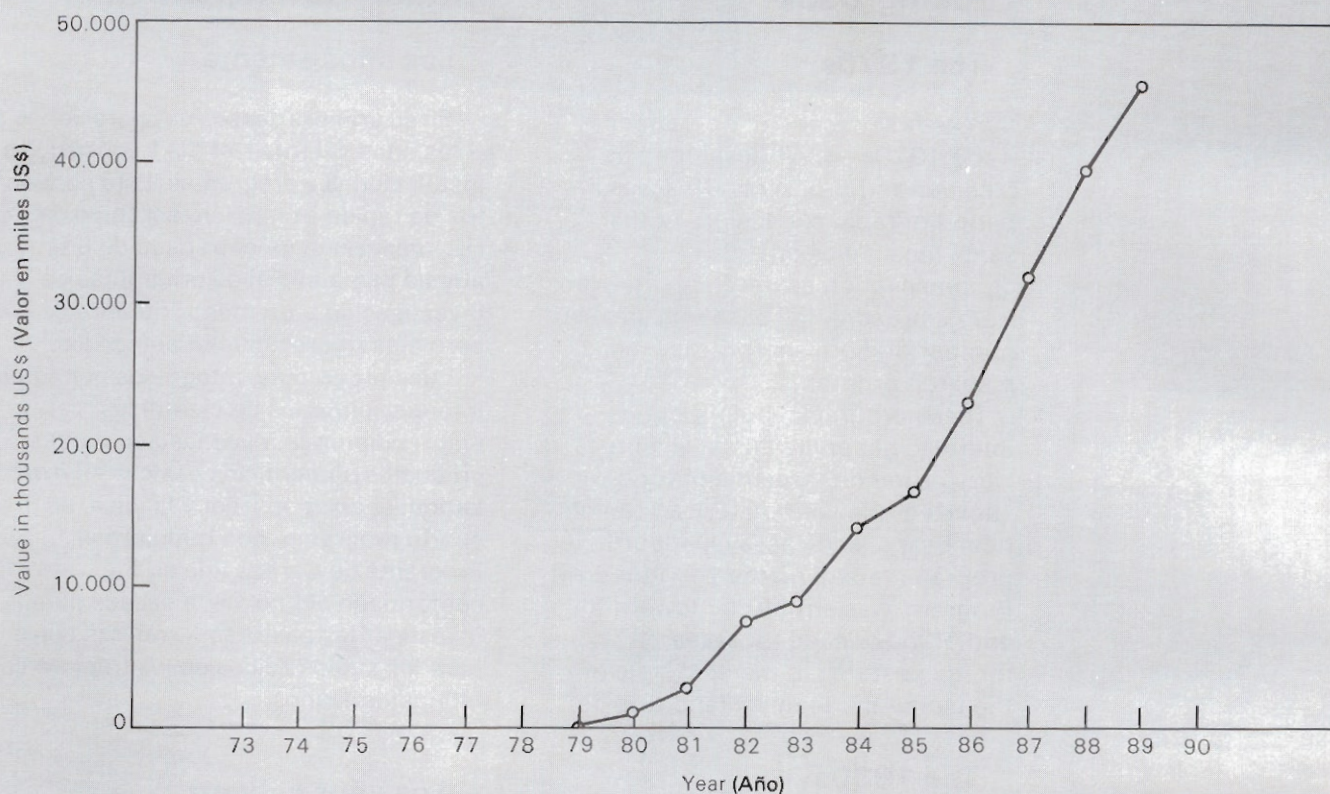


Figure 1. Value of increased bean production resulting from CIAT's improved varieties, Latin America, 1973-1989.

Figura 1. Valor de la mayor producción resultante de las variedades mejoradas de frijol del CIAT, América Latina, 1973-1989.

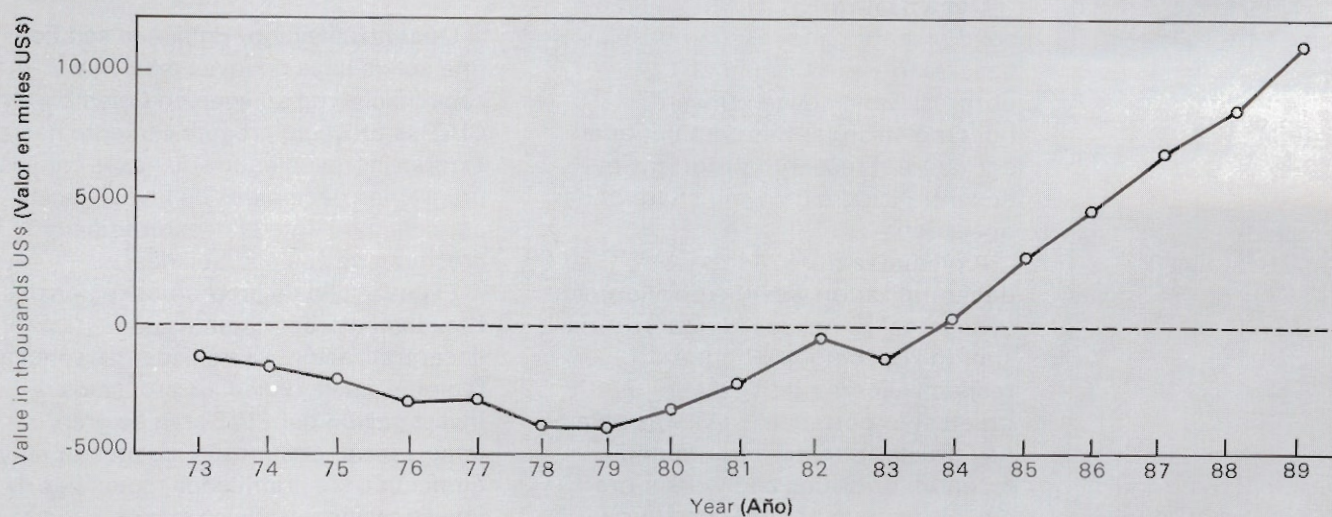
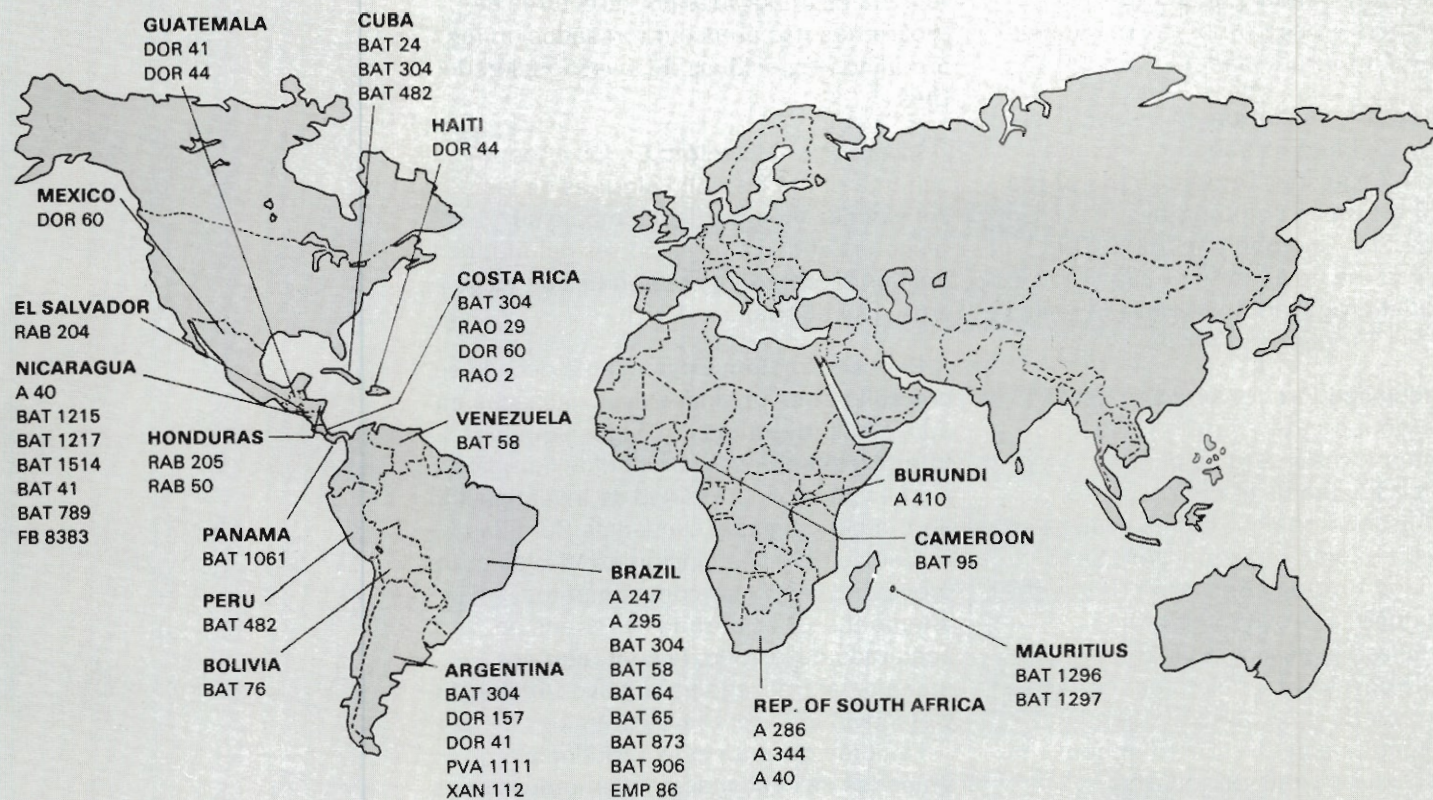


Figure 2. Net benefits of CIAT's Bean Program, Latin America, 1973-1989. CIAT's share in the value of increased bean production (arbitrarily put at 50% of the total value) compared with direct and indirect costs of the Program.

Figura 2. Beneficios netos del Programa de Frijol del CIAT en América Latina, 1973-1989. Valor de la porción atribuible al CIAT en la mayor producción (arbitrariamente, 50% del valor total) comparado con los costos directos e indirectos del Programa.



Adoption of CIAT-based bean varieties (identified with CIAT code), according to country.
 Adopción por países de variedades de frijol originarias del CIAT (identificadas con código CIAT).

Farm girl from Cajamarca, in the northern highlands of Peru, with a basketful of Gloriabamba green beans. Gloriabamba (G 2829), introduced from Mexico and released in Peru in 1985, is grown by 65% of bean farmers in Cajamarca. This variety has allowed many farmers to obtain a cash income from beans for the first time in their lives; it also has had an impact on home consumption as a green vegetable supplement to the daily diet of potatoes and maize.

Niña campesina de Cajamarca, en la sierra norte, Perú, con su canasto de habichuela Gloriabamba. Esta variedad (G 2829), originaria de México y liberada en Perú en 1985, es cultivada por el 65% de los agricultores frijoleros de Cajamarca. Allí ha permitido a muchos de ellos obtener por primera vez en sus vidas ingresos monetarios del frijol; también ha hecho impacto en el consumo doméstico como complemento verde de la dieta habitual de papa y maíz.



activities were guided by regional, commodity-specific, steering committees made up of the respective national program leaders.

Internationalization In the 1980s, CIAT expanded its scope to include selected activities in other parts of the world for those commodities for which it has a global mandate. This involved the development of a regional program for cassava in Asia and one for beans in Africa

Specialization Several specialized units were created during the decade to support the interdisciplinary commodity teams in their research. The Agroecological Studies Unit, Biotechnology Research Unit, Seed Unit, and Virology Research Unit were developed to provide the highly specialized expertise needed in rapidly developing fields that could be more effectively and efficiently managed in a centralized manner.

Also, during this period, the training, communication, and information units that provided specialized support for the research and international cooperation activities of the Center's commodity programs were consolidated into the Training and Communications Support Program.

Impact. The most rewarding aspect of looking back on the past decade is to note the growing impact of each of CIAT's programs. The most visible impact is the increase in productivity resulting from the new technology developed by CIAT in collaboration with national programs.

By the end of the 1970s, impact was evident only for rice, as the efforts in rice improvement—built on the technological base and materials from the International Rice Research Institute (IRRI) and a close partnership with the Colombian national rice program—had achieved a major impact on rice production in Latin America (page 2).

By the end of the 1980s, the results of CIAT's research and its cooperation with national programs were also

actividades eran orientadas por comités regionales integrados por directores de programas nacionales interesados en los productos específicos de investigación del CIAT.

Internacionalización. En los años ochenta el CIAT amplió algunas de las actividades de investigación bajo su responsabilidad a otras partes del mundo mediante programas regionales de yuca en Asia y de frijol en África.

Especialización. En la misma década se crearon varias unidades especializadas en apoyo a la investigación de los equipos interdisciplinarios: la Unidad de Estudios Agroecológicos, la Unidad de Investigación en Biotecnología, la Unidad de Semillas y la Unidad de Investigación en Virología. Su propósito es aportar conocimientos altamente especializados en áreas de acelerado desarrollo, el cual requiere manejo centralizado para mayor eficiencia y efectividad.

También durante este período, las unidades de capacitación, comunicaciones e información, que prestaban apoyo especializado a las actividades de investigación y cooperación internacional de los programas del Centro, fueron consolidadas en el Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones.

Impacto. Al mirar retrospectivamente la década que acaba de pasar, lo más gratificante es el creciente impacto alcanzado por cada uno de los programas. Su impacto más visible es el aumento en productividad de los cultivos, resultante de la nueva tecnología desarrollada conjuntamente por el CIAT y los programas nacionales.

Hacia fines de los setenta, el impacto evidente era el del arroz. El mejoramiento de éste—basado en tecnologías y materiales del Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI, en inglés) y en estrecha colaboración con el programa colombiano de arroz—resultó en un impacto sustancial en la producción de arroz en América Latina (pag. 2).

A fines de los ochenta, los resultados de la investigación del CIAT y de su cooperación con programas nacionales tuvieron también un efecto cuantificable entre los productores de frijol, de yuca y

having a measurable impact in farmers' fields for beans, cassava, and pastures (pages 4 and 5, 8 and 9, and 10, respectively). In a number of countries, these were already resulting in a significant improvement in national production, farm income, and consumer prices; technology 'in the pipeline' promises even greater social benefits

Impact at the national level has been facilitated and, in many instances, made possible by hundreds of national program researchers and specialists who have participated in CIAT's specialized and production courses at headquarters. More recently, with backup from CIAT, part of this training effort has taken place in the countries themselves at their initiative and in response to their specific needs (page 12). CIAT training materials and publications have played a role in cooperative efforts with national programs and have helped disseminate research results (page 12).

Looking Ahead

Strategies for the 1990s

In order to plan for the future, the Center started, in 1988, a strategic planning process which will be completed in early 1990. We would like to share this process with our readers by describing its organization and some of the challenges involved in planning for a new decade.

The process. The strategic planning process was designed and is being implemented to throw light on the following main aspects of global and regional environments in the next 20 to 30 years: socioeconomic patterns, trends in science and technology, and natural resources base.

Other considerations are how these realities will affect the demand for agricultural technology, how the national research programs will evolve, and what their abilities to respond to new technological demands will be. A final question is

de pastos tropicales (pags. 4 y 5, 8 y 9, y 10, respectivamente). En varios países tal efecto se traduce ya en un mejoramiento significativo de la producción e ingreso de los agricultores, y en precios favorables para los consumidores. La tecnología en camino promete aún mayores beneficios sociales.

Gracias a cientos de investigadores y especialistas de programas nacionales que han participado en los cursos especializados y de producción que se ofrecen en la sede del CIAT, dicho impacto se ha facilitado o ha sido posible en numerosos países. Más recientemente, y con el apoyo del CIAT, parte del esfuerzo de capacitación ha sido realizado en los países mismos, por su propia iniciativa, y en respuesta a sus necesidades específicas (pag. 12). Los materiales de capacitación y las publicaciones del CIAT han complementado la cooperación con programas nacionales y ayudado a difundir los resultados de la investigación (pag. 12).

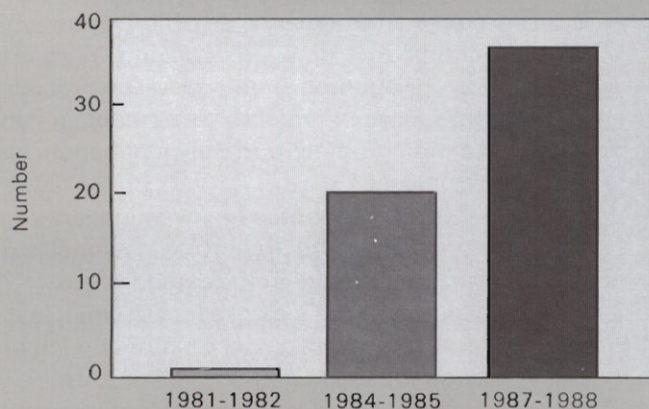
Hacia Adelante

Estrategias para los años noventa

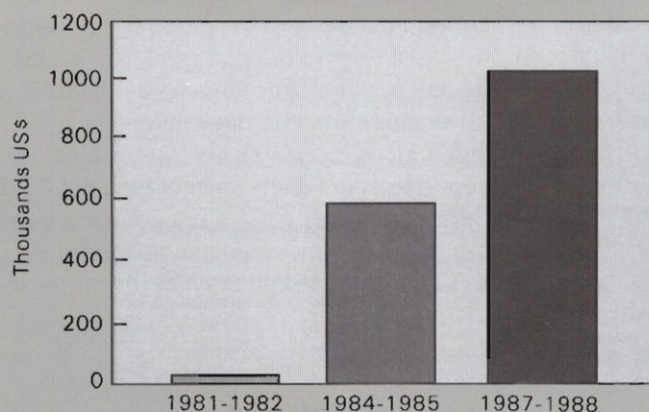
Con el fin de hacer planes para el futuro, el Centro inició en 1988 un proceso de planeación estratégica que culminará en los primeros meses de 1990. Quisiéramos compartir ese proceso con nuestros lectores, describiéndoles su organización y algunos de los desafíos implicados en la planeación para una nueva década.

Proceso. El proceso de planeación estratégica fue diseñado, y está en ejecución, para lograr una visión del ámbito global y regional en los próximos 20 a 30 años en cuanto a los siguientes aspectos: los patrones socioeconómicos, las tendencias de la ciencia y la tecnología, y la base de los recursos naturales.

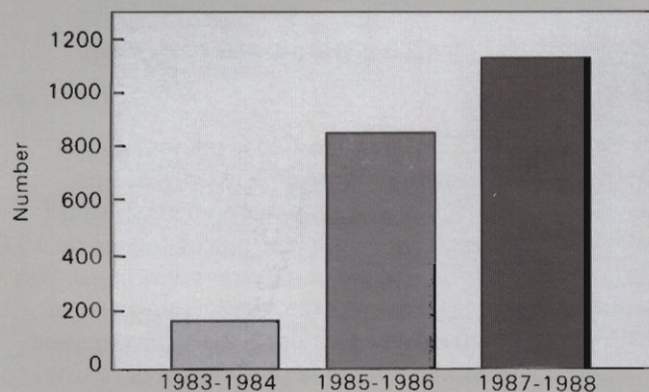
Otras consideraciones fueron cómo tales realidades afectarán la demanda de tecnología agrícola, y cómo evolucionarán ante ella los programas nacionales de investigación agrícola. Asimismo, cuál



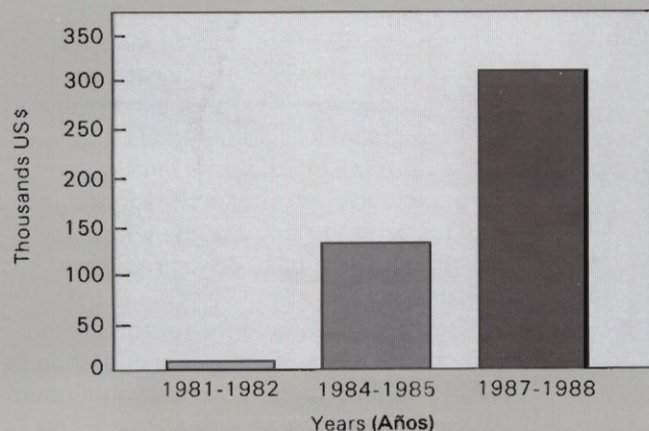
Drying plants
(Plantas de secado)



Value of dried cassava
(Valor de la yuca seca)



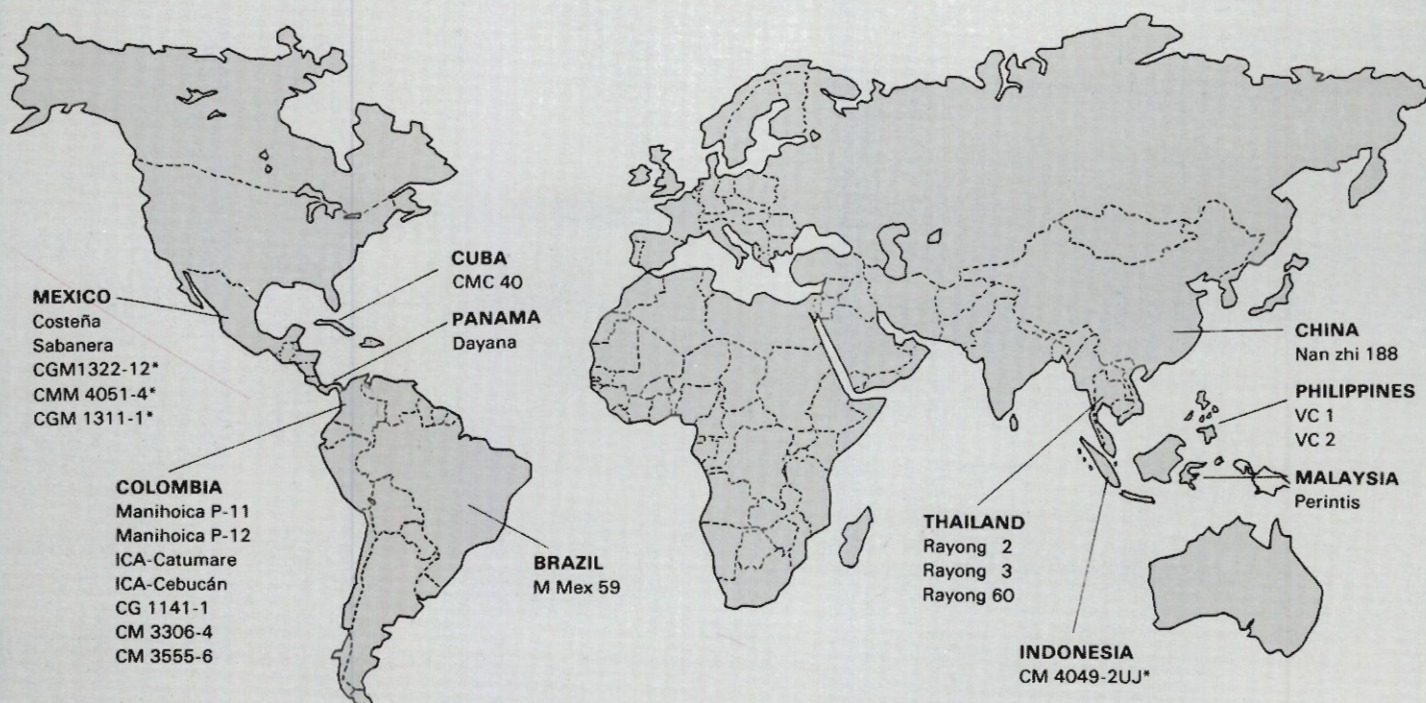
Members of drying plant associations
(Socios de plantas de secado)



Total association income
(Total ingresos asociaciones)

Impact of the dried cassava industry on the north coast of Colombia in the 1980s. Cassava growers and drying plant associations now receive assistance from Colombian development agencies; initially they received technical support from CIAT.

Impacto de la industria de yuca seca en la costa norte de Colombia en los ochenta. Los cultivadores y las cooperativas de secado de yuca reciben asistencia de parte de entidades de desarrollo del gobierno colombiano y fueron apoyadas técnicamente por el CIAT en sus comienzos.



Cassava cultivars, developed from CIAT germplasm, that have been released or are about to be released.

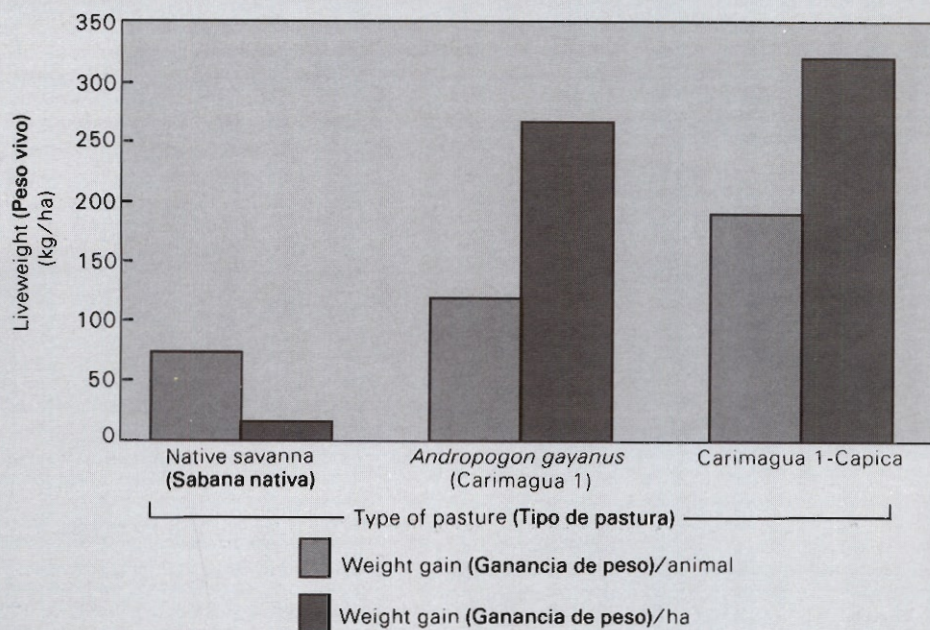
Cultivares de yuca provenientes de germoplasma del CIAT, liberados o próximos a su liberación.

* Not yet grown by farmers.



Blessing ceremony for cassava variety Rayong 60, named to commemorate the 60th birthday of Thailand's King, His Royal Majesty, King Bhumipol Adulyadej, Rama IX. Rayong 60 was released in 1987 in an effort to improve Rayong 1, one of the world's most successful cassava cultivars, and also to increase genetic variability of commercial cultivars. Advanced yield trials of new cultivars in 1988-1989 showed dry yields and dry-matter contents superior to those of Rayong 1 and 60. CIAT, in cooperation with Thailand's Field Crop Research Institute, also serves as a source of breeding materials for other Asian countries.

Bendición de la variedad de yuca Rayong 60, así nombrada con ocasión de los 60 años del rey de Tailandia, Su Majestad el Rey Bhumipol Adulyadej, Rama IX. Esta variedad fue liberada en Tailandia en 1987 en busca de superar a Rayong 1, uno de los cultivares de yuca más exitosos del mundo, y para ampliar la variabilidad genética de las variedades comerciales. Ensayos de rendimiento de nuevos cultivares en 1988-1989 superaron en rendimiento y contenido de materia seca a Rayong 1 y 60. La cooperación en fitomejoramiento entre el CIAT y el Instituto de Investigación en Cultivos de Tailandia sirve además como fuente de materiales para otros países asiáticos.



Land and animal productivity of improved pastures in the Eastern Plains of Colombia (well-drained savannas). Animals grazing on the grass-legume association (Carimagua 1-Capica) gained twice as much liveweight as those on native savanna, and 60% more than those on grass alone. Total liveweight gains per ha increased more than tenfold on improved pastures.

Productividad animal y del suelo en pasturas mejoradas en los Llanos Orientales de Colombia (sabanas bien drenadas). Los animales en pastoreo en asociación gramínea-leguminosa (Carimagua 1-Capica) doblan el peso de los que pastan en sabana nativa y superan en 60% el de aquellos en gramínea sola. La ganancia total de peso vivo por ha aumentó más de 10 veces en pasturas mejoradas.



1

1 Similar gains have been obtained with *A. gayanus*-*Centrosema* sp. at Quilichao (seasonal forest) in the Cauca River valley, southwest Colombia.

1 En Quilichao (bosque estacional), en el valle del río Cauca, suroccidente colombiano, se han obtenido resultados similares con *A. gayanus*-*Centrosema* sp.



2

2 *Andropogon gayanus* (CIAT 621) cv. Planaltina is planted commercially on more than 600,000 ha in the Brazilian Cerrados, where it shows tolerance to drought and spittlebug, and high stocking rates. 3 In Colombia, *A. gayanus* (CIAT 621) cv. Carimagua 1 is planted on more than 50,000 ha of acid, moderately fertile soils in the northern coastal region. A similar area is planted in Venezuela, and smaller areas in Costa Rica, Mexico, Panama, and Peru.



3

2 *Andropogon gayanus* (CIAT 621) cv. Planaltina está sembrado comercialmente en más de 600,000 ha en los Cerrados brasileños donde ha mostrado tolerancia a la sequía y a los cercópidos, y alta capacidad de carga. 3 En Colombia, *Andropogon gayanus* (CIAT 621) cv. Carimagua 1 se encuentra en más de 50,000 ha en suelos ácidos de moderada fertilidad en la costa norte. En Venezuela se encuentra en extensión similar, y en menores en Costa Rica, México, Panamá y Perú.

what will constitute a meaningful role for CIAT in that context and in the context of the global agricultural research and development system, particularly within the subsystem of the Consultative Group on International Agricultural Research.

Consultation and participation. A participatory approach has guided this search from its beginnings—consultation with experts is its most important mechanism.

The Center designated four task forces made up of its own scientists and invited experts and consultants as members, who work on the following topics:

Macroeconomic and commodity trends in Latin America, Africa, and Asia, including the four CIAT commodities in those regions.

Natural resources management for sustainable agriculture: the use of natural resources for agriculture, their conservation, sustainability of agriculture, and CIAT's approach to sustainability.

Science and technology trends: with particular reference to advanced biological research, institutional implications for CIAT, and advanced research networks as a collaborative research mechanism.

National agricultural research and development system trends: their expected development and evolution, their capacity to satisfy technological demand, and their collaborative mechanisms with CIAT. This examination was complemented with a survey sent to national program leaders. In addition, each of CIAT's commodity programs conducted separate workshops with selected national program leaders and professionals. These consultations are still in progress.

Challenges

Strategic planning of agricultural research is difficult because it

sería un papel significativo para el CIAT en ese contexto y en el ámbito del sistema global de investigación y desarrollo agrícolas, particularmente en el subsistema del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional.

Consulta y participación. Un enfoque participativo ha orientado desde el principio el proceso de búsqueda de las estrategias, y su más importante mecanismo ha sido la consulta con expertos.

El Centro conformó cuatro grupos de trabajo, constituidos por sus propios científicos y por expertos y consultores invitados, los cuales trabajan en los siguientes temas:

Tendencias macroeconómicas y de los productos agrícolas en América Latina, África y Asia, incluidos los cuatro productos con los cuales trabaja el CIAT.

Manejo de los recursos naturales para una agricultura sostenible: uso de los recursos naturales en la agricultura, conservación de tales recursos, desarrollo de una agricultura sostenible, y el enfoque del CIAT sobre este tema.

Tendencias de la ciencia y la tecnología, en especial de la investigación biológica avanzada, las implicaciones institucionales de tales tendencias para el CIAT, y las redes de investigación avanzada como un mecanismo para la investigación colaborativa.

Tendencias de los sistemas nacionales de investigación y desarrollo agrícolas: expectativas sobre su progreso y evolución, su capacidad para atender las demandas tecnológicas, y sus mecanismos de colaboración con el CIAT. Este examen se complementó con una encuesta hecha a los líderes de programas nacionales; además, cada programa de investigación del CIAT realizó encuentros con líderes y profesionales seleccionados de dichos programas nacionales, consultas que todavía están en proceso.

Desafíos

El planeamiento estratégico agrícola presenta dificultades ya que cubre

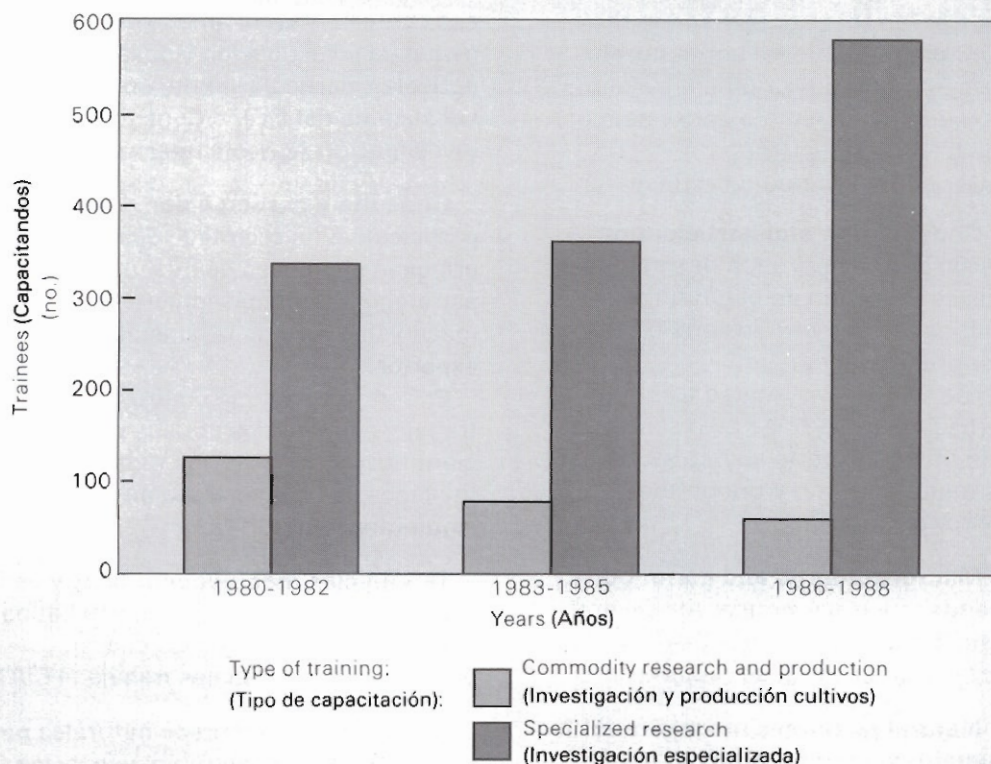


Figure 1. During the 1970s, CIAT's training courses concentrated on commodity research and production. In the 1980s, emphasis was shifted to specialized research training, and the number of professionals trained by CIAT increased steadily.

Figura 1. En los años setenta la capacitación del CIAT se concentró en investigación y producción por cultivos. En los ochenta se desplazó hacia investigación especializada, y el número de profesionales capacitados aumentó progresivamente.

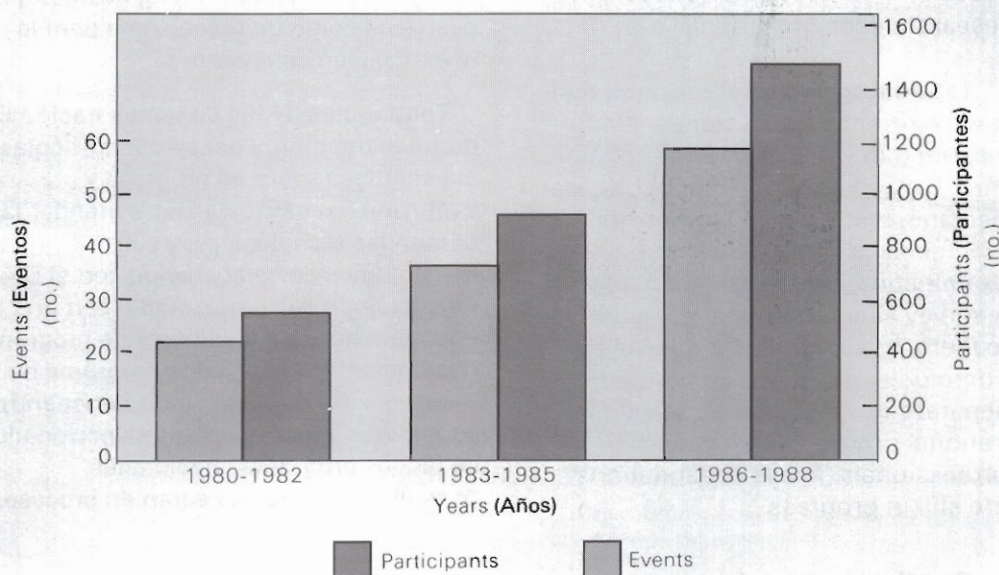


Figure 2. Commodity-specific in-country training in the 1980s.

Figura 2. Capacitación sobre cultivos en los países durante los años ochenta.



In the 1980s, CIAT published 180 titles (23 of which were periodicals) and 138 audiotutorial units. About 830,000 copies of publications and 9100 units were distributed, in addition to 71,000 copies of study guides—the written component of the audiotutorials.

En los años ochenta el CIAT publicó 180 títulos (23 de ellos periódicos) y 138 unidades audiotutoriales. Aproximadamente 830,000 ejemplares de publicaciones y 9100 unidades fueron distribuidas, además de 71,000 ejemplares de guías de estudio, el componente escrito de las unidades audiotutoriales.

encompasses a time span of 20 to 30 years for which predictions must be made cautiously

Those difficulties seem particularly acute at the end of a decade which is considered by many to have been lost in terms of opportunities for advancement for the less developed countries. Some of the consequences for those countries are heavy foreign debt, drastic economic adjustment policies, and deterioration of the public sector.

In the above context, major challenges emerge for CIAT such as:

- How to address, from a research perspective, the pressing need for a substantial increase in agricultural production, preserving, at the same time, the natural resources base. Agricultural production is needed to mobilize stagnant economies and to feed rapidly growing populations which migrate in large numbers to the urban sector.

- How to generate technologies that would fit the development paths adopted by countries in their efforts to grow and overcome present socioeconomic limitations

- Which approaches to institution-building should be adopted in view of the increasing number of agricultural research and development institutions and the diminishing operative capacity of the public sector in developing countries.

It is expected that the planning exercise for the 1990s, and the solid foundations built by CIAT in years of previous work, will have an impact in meeting the needs of decades to come. This report highlights some of the activities and accomplishments that responded to the needs of the previous decade. It also reflects new directions adopted by CIAT in anticipation of future research trends and technology demands

períodos de tiempo de 20 a 30 años, sobre los cuales sólo se pueden hacer predicciones cautelosas.

Tales dificultades parecen ser particularmente agudas porque se plantean al final de una década considerada por muchos como perdida en términos de oportunidades de progreso para los países en desarrollo. Algunas de las secuelas negativas para tales países son la elevada deuda externa, las políticas drásticas de ajuste económico y el deterioro del sector público.

En tal contexto, surgen para el CIAT desafíos como los siguientes:

- Cómo enfrentar, desde el punto de vista de la investigación, la necesidad apremiante de aumentar la producción agrícola, preservando, al mismo tiempo, la base de los recursos naturales. La producción agrícola es necesaria para impulsar las economías estancadas y para alimentar poblaciones en rápido crecimiento y que emigran en gran número a los centros urbanos.

- Cómo generar tecnologías que se ajusten a los senderos de desarrollo adoptados por los países en su empeño por crecer y superar las limitaciones socioeconómicas.

- Cuáles enfoques de desarrollo institucional adoptar en vista del número creciente de instituciones de investigación y desarrollo agrícolas, y de la decreciente capacidad operativa del sector público en los países en desarrollo.

Se espera entonces que el ejercicio de la planeación estratégica para los noventa, así como los sólidos fundamentos contruidos por el CIAT en años de trabajo previo, contribuirán a la solución de necesidades en futuras décadas. Este informe destaca algunas de las actividades y logros obtenidos en respuesta a necesidades de la década anterior. También refleja algunas de las nuevas direcciones seguidas por el CIAT en previsión de tendencias futuras de la investigación y de las demandas tecnológicas.

Bean Program

Programa de Frijol

This Program works with one of the most important food crops for low-income populations in Latin America and in extensive areas in the highlands of eastern and southern Africa. The common bean (*Phaseolus vulgaris*) is a main protein source for many consumers in those regions and an important income source for small producers in both continents.

Beans are especially affected by disease and pest problems and by adverse climatic conditions in marginal areas where they are frequently grown. In addition, they are often grown in association or in relay with other crops in complex cropping systems, which also present problems requiring research solutions.

CIAT's Bean Program originally worked in Latin America mainly in the development of varieties resistant to major diseases and pests. In the last seven years, it has extended its

Este Programa trabaja con uno de los cultivos alimenticios más importantes para las poblaciones de escasos recursos en América Latina y en extensas zonas de los altiplanos del sur y del oriente de África. El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una importante fuente de proteínas para millones de consumidores en esas regiones, así como importante fuente de ingresos para pequeños cultivadores en ambos continentes.

Este es un cultivo especialmente sujeto a problemas de enfermedades y plagas, y a las condiciones climáticas adversas en áreas marginales donde frecuentemente se le produce. Además, suele hacer parte de complejos sistemas de cultivo en asociación o relevo con otros productos, cuyos problemas también requieren soluciones de investigación.

El Programa de Frijol del CIAT originalmente trabajó en América Latina, particularmente en el desarrollo de variedades resistentes a las principales enfermedades y plagas. Desde hace siete años amplió sus actividades a tres zonas productoras de África donde trabaja en proyectos especiales para estudiar y evaluar soluciones a los problemas propios del cultivo en esas regiones.

activities to three bean-producing regions in Africa where it conducts special projects to study and evaluate solutions to problems affecting those regions.

Working with national programs and individual researchers in regional research networks has been particularly fruitful for the Program. Impact on bean production in Central America is proof of that, as are the adoption in other Latin American and African countries of improved varieties and the added value of their production (pages 4 and 5).

For the 1990s, the Program's goal continues to be increasing productivity of the common bean by developing technology with the cooperation of national research programs. Raising yield potential is an important strategy, and the Program is moving in new directions to implement it. One of the new directions is adaptation to drought and infertile soils—two constraints that are as important as pests and diseases. Both aspects are discussed in "New Emphasis on Adaptation to Drought and Infertile Soils," page 17.

Research on pests and diseases continues, emphasizing breeding for genetic resistance. "Advances in Pest-and-Disease Control," on page 22, deals with this topic.

For both adaptation purposes and yield and resistance breeding, the Program is intensifying its search for genetic variability and for the means of transferring such variability from species to species. Two of CIAT's specialized research units are cooperating in this search: Genetic Resources Unit and Biotechnology Research Unit—as is described in "The Hidden Richness of Wild Beans: CIAT's Germplasm Collection," page 26, and in "Biotechnology for Bean Improvement," page 32.

Finally, results of a study on the economic importance of snap beans in developing countries, and the recommendations of an international congress held in CIAT on the same topic are presented in "Snap Beans: A Fruitful Research Prospect," page 37.

Para este Programa el trabajo en redes de colaboración con programas e investigadores nacionales ha sido especialmente fructífero en ambos continentes. El impacto sobre la producción de frijol en América Central es prueba de ello. También en otros países latinoamericanos y africanos la adopción de variedades mejoradas y el valor adicional de su producción son significativos (págs. 4 y 5).

En la década de los noventa el propósito del Programa continúa siendo aumentar la productividad del frijol común mediante el desarrollo de tecnología conjuntamente con los programas nacionales de investigación. Con tal fin, aumentar el potencial de rendimiento del frijol es un importante objetivo estratégico, y para ello el Programa está moviéndose en nuevas direcciones. Una de ellas es la adaptación a la sequía y a la baja fertilidad de los suelos, que son limitaciones tan importantes como las plagas y enfermedades. Ambos aspectos se tratan en "Nuevo Énfasis en Adaptación a la Sequía y a los Suelos de Baja Fertilidad", pag. 17.

La lucha contra plagas y enfermedades continúa mediante mejoramiento genético por resistencia. "Progresos en el Control de Enfermedades y Plagas", pag. 22, trata este tema.

Tanto para fines de adaptación como para selección por rendimiento y por resistencia, el Programa ha intensificado su búsqueda de variabilidad genética y los intentos de transferencia de la misma entre especies. En ambos sentidos, dos unidades de investigación especializada del CIAT, la Unidad de Recursos Genéticos y la Unidad de Investigación en Biotecnología, le están prestando su colaboración. Esta está descrita en "La Riqueza Oculta del Frijol Silvestre: Colección de Germoplasma del CIAT", pag. 26, y "Biotecnología para el Mejoramiento del Frijol", pag. 32.

Finalmente, los resultados de un estudio sobre la importancia económica de la habichuela en los países en desarrollo, y las recomendaciones del congreso internacional celebrado en el CIAT sobre el mismo tema aparecen en "La Habichuela: Una Investigación Promisoria", pag. 37.

New Emphasis on Adaptation to Drought and Infertile Soils

Nuevo Énfasis en Adaptación a la Sequía y a los Suelos de Baja Fertilidad

Together with insects and diseases, drought and infertile soils are important causes of low yields in common beans, often as low as half a ton per hectare in tropical countries. Because abiotic constraints so adversely affect bean yields, the Bean Program is giving considerable attention to their solution or alleviation.

The Extent of the Problem

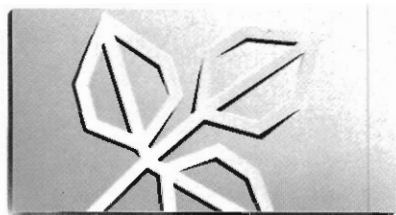
To prioritize work on drought and soil constraints, researchers at CIAT's Agroecological Studies Unit and Bean Program are estimating the area of bean-production regions in developing countries affected by these problems. Sixty percent of Latin America's bean-production regions are believed to suffer moderate to severe drought; about 80% of bean soils have at least one serious nutritional constraint, such as low phosphorus and nitrogen availability or aluminum and manganese toxicities. Although quantitative estimates for Africa are lacking, experiments estimating the importance of different problems in

La sequía y los suelos infértiles son—como los insectos y las enfermedades—las principales causas del bajo rendimiento del frijol común, que en algunos países tropicales llega apenas a media tonelada por hectárea. El Programa de Frijol está dando por ello mucha importancia a la solución, o al menos reducción, de los problemas abióticos que afectan tal rendimiento.

Alcance del Problema

Para adoptar prioridades en el trabajo sobre sequía y limitaciones edáficas, los investigadores de la Unidad de Estudios Agroecológicos y del Programa de Frijol del CIAT están calculando el área aquejada por estos problemas en las regiones productoras de frijol en países en desarrollo.

Se cree que en América Latina, el 60% de esas regiones sufren sequías de moderadas a severas; por lo menos el 80% de los suelos cultivados en frijol adolecen de un serio problema nutricional, ya sea escasa disponibilidad de fósforo y nitrógeno, o toxicidad de aluminio y manganeso. En África no se han hecho estas estimaciones cuantitativas; no obstante, las evaluaciones de los diversos problemas en los campos de los agricultores han señalado siempre la infertilidad como causa del menguado rendimiento del frijol. Por lo demás, la importancia de la sequía en África es bien conocida.



farmers' fields have consistently shown that soil infertility limits yields. The importance of drought in Africa is well known.

The Bean Program's Strategy

The Bean Program's strategy to help solve those problems is to breed new cultivars which are better able to withstand drought or grow on infertile soils. Improving agronomic practices is also emphasized. Although there is no expectation that bean plants can be bred which will grow without water or essential nutrients, Bean Program researchers are optimistic that substantial advances in the efficiency of nutrient and water utilization are possible. They point out that other legume species, such as tepary bean

La Estrategia del Programa de Frijol

La estrategia para ayudar a solucionar tales problemas consiste en producir nuevos cultivares mejor capacitados para soportar la sequía o para desarrollarse en suelos infértiles. Se están enfatizando también las prácticas agronómicas.

Aunque no se pretende llegar a generar plantas de frijol que puedan crecer sin agua ni nutrientes, los investigadores del Programa confían en lograr un progreso sustancial en su eficiencia en el uso de nutrientes y humedad. Señalan ellos que otras especies de leguminosas, como el frijol tepari y el caupí, pueden dar rendimientos mucho más altos bajo estreses semejantes (Figura 1), y que la variabilidad genética del frijol común no ha sido aún plenamente explotada. Añaden que, aunque las resistencias a

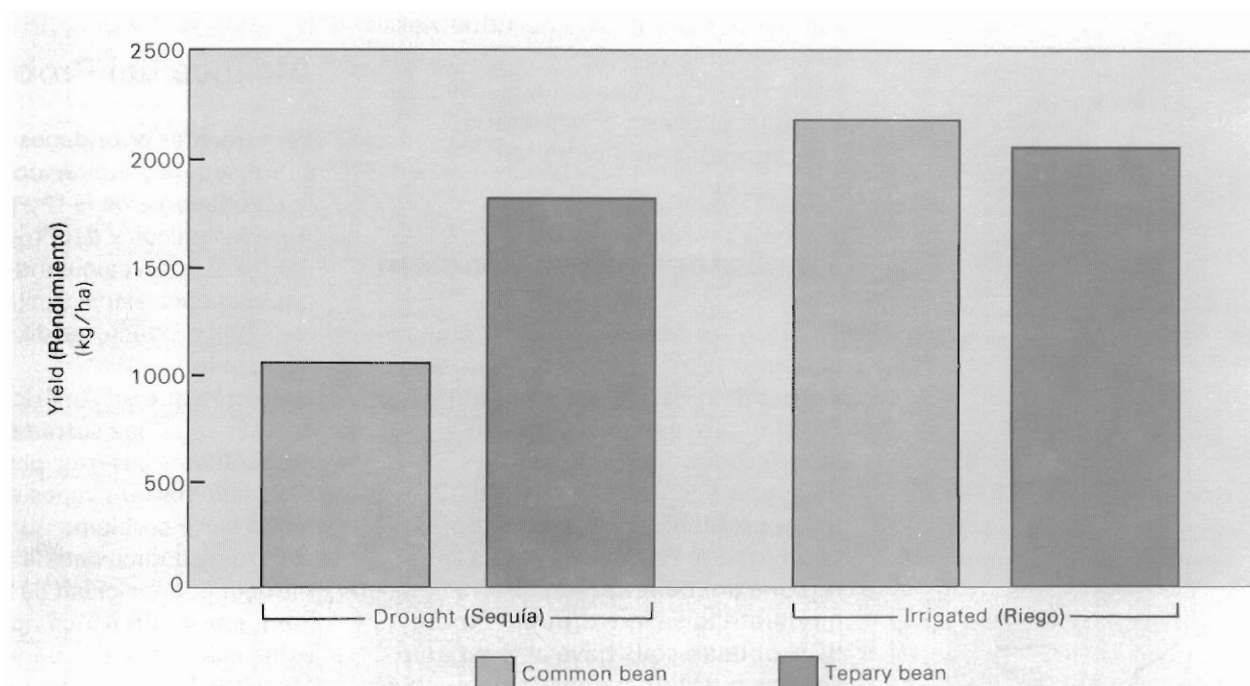


Figure 1 Yield comparison of common and tepary bean under drought and irrigated conditions at CIAT, Palmira, Colombia.

Figura 1. Comparación entre los rendimientos del frijol común y del frijol tepari, bajo sequía y bajo riego, en CIAT, Palmira, Colombia.

and cowpea, are able to give much higher yields under similar stresses (Figure 1), and that the genetic variability within the common bean has not yet been fully exploited. They also note that, although disease or pest resistances may 'break down' when the problem organism evolves ways to overcome a cultivar's defenses, solutions to drought or soil problems will be stable.

Alleviating Drought

The Bean Program's research on drought in common beans began in the mid-1970s with germplasm surveys to identify materials that suffer the least yield loss under drought. Studies on the mechanisms that common bean plants use to adapt to drought were also begun. In 1985, a Brazilian student, B. Sponchiado, and Bean Program researchers showed that two CIAT lines, which gave surprisingly high yields under drought at CIAT's Palmira station, Colombia, had exceptionally deep roots and were therefore able to extract more moisture from the soil. Subsequent work has discovered deep roots in a wide range of genotypes, and has shown that differences in root growth are detectable 30 days after planting and that genetic control is at root level.

Ongoing research aims to identify the underlying factors controlling root function under drought, and ultimately to provide breeders with either parental genotypes outstanding for root characteristics or methods for evaluating root function among the numerous genotypes breeders must deal with.

Complementing research on tolerance mechanisms, the Bean Program has begun breeding for drought tolerance by using yield under drought as the main selection criterion.

A genetic study, evaluating the performance of 36 populations generated from crosses among nine

enfermedades y plagas pueden 'romperse' cuando el organismo adverso desarrolla mecanismos que superan las defensas de un cultivar, las soluciones a los problemas de sequía y de suelos pueden ser estables.

Aminorando el Efecto de la Sequía

La investigación del Programa de Frijol sobre el efecto de la sequía en el frijol común comenzó a mediados de los setenta. Se identificaron entonces en el germoplasma materiales que presentaban pérdidas mínimas de rendimiento en épocas de sequía. Se iniciaron también los estudios del mecanismo que emplean las plantas de frijol común para adaptarse a la sequía. En 1985 un estudiante brasileño, B. Sponchiado, junto con investigadores del Programa de Frijol, revelaron que dos líneas de frijol daban un rendimiento sorprendente bajo sequía en la estación del CIAT en Palmira, Colombia. Estas plantas tenían raíces que alcanzaban gran profundidad y podían, por tanto, extraer más humedad del suelo. En trabajos posteriores se encontraron raíces profundas en un gran número de genotipos, y se comprobó que las diferencias en el crecimiento radical pueden detectarse 30 días después de la siembra y que el control genético del problema está en la raíz.

La investigación actual busca identificar los factores que controlan las funciones de la raíz sometida a sequía, para suministrar a los fitomejoradores, bien sea genotipos de progenitores sobresalientes por las características de su raíz, o bien métodos para evaluar las funciones de la raíz en los numerosos genotipos que los fitomejoradores manejan.

Como complemento a la investigación sobre los mecanismos de tolerancia en el frijol, el Programa ha iniciado su mejoramiento por tolerancia a la sequía empleando, como criterio primordial de selección, el rendimiento bajo sequía.

Un estudio genético que evalúa el comportamiento de 36 poblaciones obtenidas de cruces entre nueve progenitores, indicó que los padres escogidos por su alto rendimiento bajo

parents, indicated that parents selected for high yields under drought at a given site produced adapted populations for that site. Beginning with second and fourth generations, populations will be evaluated for drought tolerance in 1990, using a system similar to that used to increase tolerance of beans to leafhoppers (*Empoasca kraemerii*): plants will be selected for yield under heavy drought pressure. The first lines from this project should be released in 1991.

Additional drought research at CIAT-Palmira is on hybridization between tepary and common bean and is being conducted in close collaboration with CIAT's Biotechnology Research Unit. One of the Bean Program's regional projects is to encourage national program researchers to form networks which include breeding activities and research on both mechanisms of tolerance and agronomic practices that alleviate drought stress.

Improving Adaptation to Infertile Soils

In addition to its traditional efforts in nitrogen fixation, the Bean Program's objective is to develop bean varieties that produce improved yields on infertile soils. The Program also aims to improve the efficiency with which bean-production systems can use available nutrient sources.

Genetic improvement

Two primary goals of genetic improvement in the Bean Program are phosphorus (P) use efficiency and aluminum (Al) tolerance. Phosphorus deficiency is the single largest soil problem affecting bean production, while Al toxicity is a serious problem in acid soils of Africa and Latin America.

For both projects, rapid screening methods must be developed to detect useful genetic characters. In the Al project, a number of rapid screens

seguía en un sitio determinado producían poblaciones adaptadas a ese mismo sitio. Comenzando con la segunda y la cuarta generaciones, se evaluarán por tolerancia a sequía algunas poblaciones en 1990 empleando un sistema similar al que se usó para aumentar la tolerancia del frijol al saltahoja *Empoasca kraemerii*. Es decir, se seleccionarán las plantas por su rendimiento bajo intensa presión, en este caso de sequía. Las primeras líneas de este proyecto se liberarían en 1991.

Otra investigación sobre sequía que se adelanta en CIAT-Palmira, junto con la Unidad de Investigación en Biotecnología, es la hibridación del frijol tepari con el común. Uno de los proyectos regionales del Programa de Frijol consiste en estimular a los investigadores de los programas nacionales de frijol para que integren redes de colaboración en fitomejoramiento e investigación sobre los mecanismos de tolerancia y sobre prácticas agronómicas que reduzcan el efecto de la sequía.

Mejorando la Adaptación a Suelos Infértiles

Además del esfuerzo que tradicionalmente ha hecho el Programa de Frijol en el área de fijación de nitrógeno, ahora busca desarrollar variedades que den mejores rendimientos en suelos infértiles. También busca mejorar la eficiencia de los sistemas de producción de frijol en el uso de las fuentes disponibles de nutrimentos.

Mejoramiento genético

Los dos objetivos principales del Programa en este aspecto son la eficiencia en el uso del fósforo (P) y la tolerancia al aluminio (Al). La deficiencia de P es el mayor problema en la producción de frijol, y la toxicidad causada por Al es particularmente seria en suelos ácidos de África y América Latina.

Para ambos proyectos deben desarrollarse métodos de selección rápidos que faciliten la detección de los caracteres genéticos útiles. En el de aluminio, un buen número de plantas seleccionadas se están evaluando y

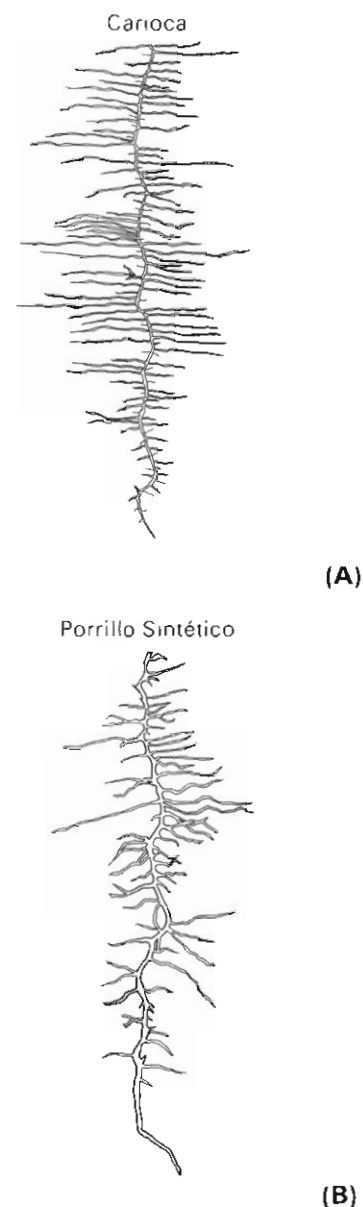
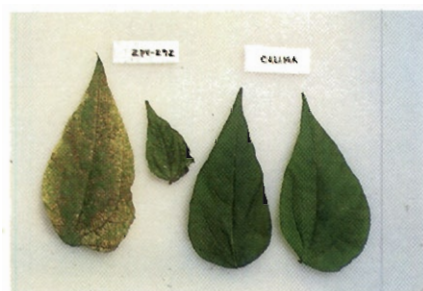


Figure 2 Lateral roots of Carioca (A) and Porriño Sintético (B) bean genotypes. Carioca is more tolerant to low phosphorus soils and has a more vigorous root system.

Figura 2. Raíces laterales de los genotipos de frijol Carioca (A) y Porriño Sintético (B). Carioca es más tolerante a la escasez de fósforo en el suelo y tiene un sistema radical más vigoroso.



Young and mature leaves from two bean cultivars exposed to a toxic concentration of manganese in nutrient solution; genetic differences in manganese tolerance are evident.

Diferencias genéticas en tolerancia al manganeso visibles en hojas jóvenes y maduras de dos cultivares de frijol sometidos a concentración tóxica de manganeso en solución nutritiva.

are being evaluated and verified against field performance in acid-soil conditions. The P project is more of a challenge because little is known about the physiology of P-use efficiency in plants. Several potentially useful characters are being evaluated, but root growth appears the most promising. Carioca is a genotype that performs well on low P soils, and has a highly branched, vigorous root system compared with other bean genotypes (Figure 2). Studies on root growth and root architecture are under way to determine if these characteristics can be exploited.

Secondary genetic improvement objectives are manganese (Mn) tolerance and nitrogen (N) use efficiency. Manganese toxicity occurs primarily in high rainfall areas with acid soils, and is an important problem in Brazil, Central America, and parts of Africa. Significant variation in Mn tolerance has been found (Photo), and a rapid screen is being developed to characterize the bean germplasm.

The N project showed that wild beans from Mexico are able to maintain higher rates of leaf photosynthesis with lower N levels than other beans. The mechanism of such efficiency of N use is being researched for possible application to bean breeding.

Improved efficiency of nutrient use

This research is being carried out in bean-production systems in central, eastern, and southern Africa by outposted agronomists. A new coordinated initiative in this area is to quantify nutrient movements and losses in typical bean production systems. This information will be very useful in identifying aspects of the system in particular need of research attention. It will also permit quantitative estimation of the effects of various management options on soil productivity and conservation.

observando en condiciones de suelo ácido en el campo. El proyecto sobre fósforo es un mayor reto porque se sabe muy poco sobre la fisiología del uso eficiente de ese elemento en las plantas. Se están evaluando varios caracteres útiles del frijol, y entre ellos el crecimiento radical parece ser el más promisorio. El genotipo Carioca se desempeña bien en suelos con bajo P, y tiene un sistema radical vigoroso y muy ramificado comparándolo con el de otros genotipos (Figura 2). Se dio comienzo ya a estudios sobre el desarrollo de la raíz y su arquitectura para saber si estas características pueden aprovecharse.

Dos objetivos secundarios de mejoramiento genético son: tolerancia al manganeso (Mn) y eficiencia en el uso del nitrógeno (N). La toxicidad por Mn ocurre principalmente en regiones de suelos ácidos con alta precipitación, y es un problema importante en Brasil, América Central, y en parte de África. Se ha hallado una variación significativa en la tolerancia del germoplasma de frijol al Mn (Foto), y se está diseñando un método rápido de selección para caracterizarlo.

El proyecto sobre el N reveló que los frijoles silvestres de México pueden mantener tasas muy altas de fotosíntesis foliar empleando niveles de N más bajos que otros tipos de frijol. Se está investigando el mecanismo que explica tal eficiencia para su posible aplicación al mejoramiento del frijol.

Mayor eficiencia en el uso de nutrientes

Agrónomos del CIAT destacados en África central, oriental y meridional llevan a cabo esta investigación en sistemas de producción de frijol. Una reciente iniciativa coordinada propone cuantificar las transferencias y pérdidas de nutrientes que ocurren en los sistemas típicos de producción de frijol. Con esta información se identificarán aquellos aspectos de los sistemas que requieran mayor atención de los investigadores. También permitirá estimar cuantitativamente el efecto de varias opciones de manejo en relación con la productividad del suelo y su conservación.

Advances in Pest-and-Disease Control

Progresos en el Control de Enfermedades y Plagas

Two areas of research have recently made progress in pest-and-disease control in beans: genetic improvement, which produced breeding lines resistant to bean-pod weevil, and identified germplasm resistant to root-knot nematodes; and integrated pest-and-disease management (described in "Snap Beans: A Fruitful Research Prospect," page 37).

Bean-pod Weevil

Year after year, bean farmers in Central America and the highlands of Mexico lose part of their crops to the bean-pod weevil (*Apion* spp.). Although these losses can be as low as 9% in some areas, they can be as high as 85% in others.

This small black insect (Photo 1, page 24), about 2-3 mm long, uses its long pointed proboscis to scrape a hole in the pod just above a developing seed. It lays its pearly white, microscopic egg in the hole, and repeats the performance more than 300 times. Normally, there are six to seven larvae within one pod, consuming the young seeds; their potential for damage is, therefore, very high (Photo 2, page 24).

The Bean Program scientists collaborate, through the Apion network, with scientists from Mexico's Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Honduras's Secretaría de Recursos Naturales (SRN), El Salvador's Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria

Dos áreas de investigación están haciendo aportes al control de enfermedades y plagas del frijol: mejoramiento genético, que obtuvo líneas mejoradas resistentes al picudo de la vaina e identificó germoplasma resistente a los nematodos causantes del nudo radical; y el manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de habichuela (descrito en "La Habichuela: Una Investigación Promisoria", pag. 37).

Picudo de la Vaina

Año tras año, los cultivadores de frijol de América Central y del altiplano mexicano pierden parte de sus cosechas por acción del picudo de la vaina (*Apion* spp.). Las pérdidas oscilan entre 9% en unas regiones y 85% en otras.

Este insecto pequeño y negro (Foto 1, pag. 24), de 2 a 3 mm de largo, usa su larga proboscis para abrir un agujero en la vaina justamente encima de una semilla en desarrollo, y deposita en él un huevo microscópico de color blanco aperlado. Esta operación se repite más de 300 veces. Generalmente aparecen dentro de una vaina de seis a siete larvas que consumen las semillas tiernas; por ello, la capacidad de causar daño del insecto es muy grande (Foto 2, pag. 24).

Mediante la red de estudio del Apion, los científicos del Programa de Frijol colaboran con los del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México, la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) de Honduras, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) de El

(CENTA), and Guatemala's Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

The network, set up in 1981, breeds bean lines resistant to the bean-pod weevil. Entomologist César Cardona, of CIAT's Bean Program, describes the network's progress: "At first, we encountered considerable difficulties because resistance to the bean-pod weevil is usually associated with very poor adaptation to environmental conditions. Now, after eight years of breeding and selection, the network is breeding lines that are not only resistant but also potentially acceptable to farmers and consumers. Indeed, in Honduras, we have resistant materials that yield well enough compared with traditional cultivars (Catrachita and Desarrural), that they are undergoing final evaluations for release as new cultivars, possibly in 1990" (Table.)

Salvador, y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala para resolver este problema.

La red, establecida en 1981, desarrolla líneas de frijol resistentes al picudo de la vaina. El entomólogo César Cardona, del Programa de Frijol del CIAT, describe así el progreso alcanzado: "En un comienzo tropezamos con serias dificultades porque la resistencia al picudo está asociada generalmente con una muy deficiente adaptación de la planta a las condiciones ambientales. Hoy, luego de ocho años de mejoramiento y selección, la red está produciendo líneas no sólo resistentes a la plaga sino además aceptables potencialmente para los cultivadores y los consumidores. De hecho, tenemos ya en Honduras materiales resistentes cuyo rendimiento es muy satisfactorio comparado con el de los cultivares tradicionales (Catrachita y Desarrural); estas líneas han sido sometidas a las

Seed quality, percentage of seeds damaged by bean-pod weevil, and yield of bush bean lines selected for resistance to the weevil, Danlí, Honduras.

Calidad de la semilla, porcentaje de semillas dañadas por el picudo de la vaina, y rendimiento de líneas de frijol arbustivas seleccionadas por resistencia al picudo, en Danlí, Honduras.

Line	Seed quality score (Escala de calidad) (1 = best 9 = worst) (mejor peor)	Seeds damaged (Semillas dañadas) (%)	Yield (Rend.) (kg/ha)
APN 96	1	41	1119
APN 96	3	33	1049
APN 98	4	31	1198
APN 99	2	22	1346
APN 100	2	35	1094
APN 101	1	32	1177
APN 102	1	22	1299
APN 103	2	23	1031
APN 104	1	22	1087
APN 105	3	36	1170
APN 106	2	27	850
APN 107	3	23	1093
APN 108	3	5	835
APN 83 ^a	5	2	1170
Catrachita ^b	1	65	944
Desarrural ^b	1	75	1114

a. Resistant check. (Testigo resistente.)

b. Commercial susceptible check. (Testigo comercial susceptible.)



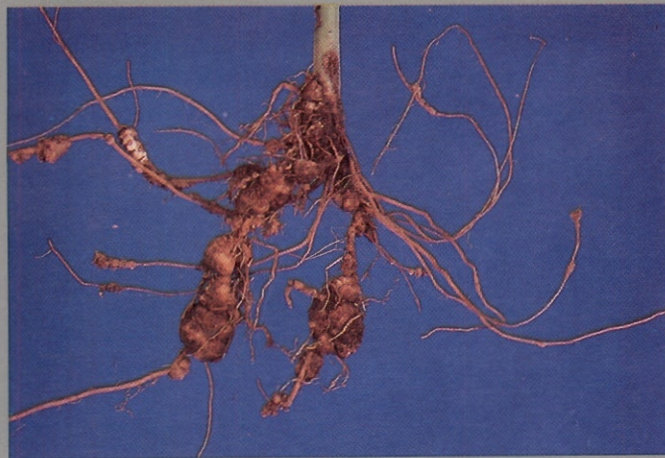
1



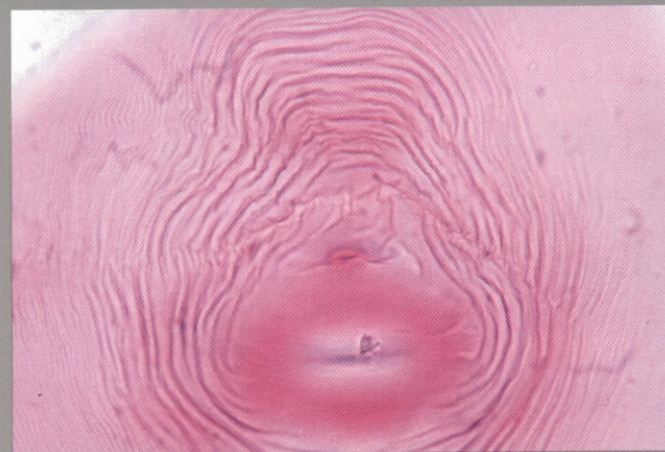
2

1 A bean-pod weevil (*Apion* sp.); **2** typical damage it causes in a bean pod.

1 Picudo de la vaina del frijol (*Apion* sp.); **2** daño característico que causa en la vaina del frijol.



3



4

3 Galls in bean roots caused by the nematode *Meloidogyne javanica*.

3 Agallas en las raíces del frijol causadas por el nematodo *Meloidogyne javanica*.

4 Perineal pattern of the female nematode *Meloidogyne incognita*. These patterns are used in species identification.

4 Patrón perineal de la hembra del nematodo *Meloidogyne incognita*. Estos patrones se usan para identificar especies.

Root-knot Nematodes

An important pathogen, found worldwide, for bean farmers is the root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). This microscopic worm attacks bean roots, causing galling (Photo 3) and root deformation, preventing the roots from absorbing water and nutrients, and so starving the bean plant. Yield losses can reach 60% to 80% or more in, for example, coastal Peru and parts of Colombia.

The most prevalent root-knot nematode species in Latin America is *M. incognita* (Photo 4). As part of a major nematode research project, scientists from the Bean Program, Cornell University, the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), and the Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA) of Peru have just completed mapping its distribution.

Through this project, Barbara Mullin, from Cornell University, also showed that a number of root-knot nematode populations in Colombia and Peru appear more virulent on beans under tropical conditions than under those found in the United States. These nematode populations attacked bean varieties that were regarded as resistant to North American root-knot nematodes.

The bean germplasm materials A 211, NAG 39, Nemasnap, and P.I. 313709 have been identified as highly resistant to both North and South American nematode populations. However, some resistant germplasm materials become highly susceptible at temperatures above 28 °C—an important finding considering that many bean-producing regions in Latin America have climates where daytime temperatures reach that level and higher.

Consequently, a new screening technique (Photo 5) is now being developed to identify germplasm materials that retain their resistance at high temperatures. It should be perfected by mid-1990.

evaluaciones finales para su posible liberación como nuevos cultivares de frijol en 1990". (Cuadro, pag. 23).

Nematodos del Nudo Radical

Un patógeno de importancia para los productores de frijol en todo el mundo es el nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne* spp.). Este gusano microscópico ataca las raíces del frijol produciéndoles agallas (Foto 3) y deformándolas; de este modo impide que las raíces absorban agua y nutrimentos, causando finalmente desnutrición en la planta. Las pérdidas del rendimiento son del 60% al 80%, y aún mayores, en la costa peruana y en algunas regiones de Colombia.

La especie del nematodo del nudo radical más frecuente en América Latina es *M. incognita* (Foto 4). Como contribuciones a un proyecto amplio de investigación del nematodo, algunos científicos del Programa de Frijol del CIAT, de la Universidad de Cornell, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), y del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA) de Perú acaban de completar el mapa de su distribución.

Mediante este proyecto, Barbara Mullin, de la Universidad de Cornell, encontró que algunas poblaciones del nematodo de Colombia y Perú parecen atacar con más virulencia el frijol en el trópico que en Estados Unidos. Variedades consideradas resistentes en ese país fueron atacadas por esas poblaciones.

Los materiales de germoplasma de frijol A 211, NAG 39, Nemasnap y P.I. 313709 han sido identificados como altamente resistentes a las poblaciones del nematodo de América del Norte y del Sur. Sin embargo, algunos se vuelven muy susceptibles al mismo si la temperatura supera los 28 °C; este hallazgo es importante ya que el clima en muchas regiones frijoleras de América Latina alcanza esta temperatura diaria y a veces la supera. En consecuencia, se está desarrollando ahora una nueva técnica de selección (Foto 5) para identificar materiales que conserven su resistencia a altas temperaturas; se espera tenerla a mediados de 1990.



5

5 Bean (left) and tomato (right) root explants living in a sterile culture medium. They have been inoculated with sterile nematode eggs and incubated. This is a new technique being developed to screen bean germplasm materials resistant to nematodes at either high or low temperatures.

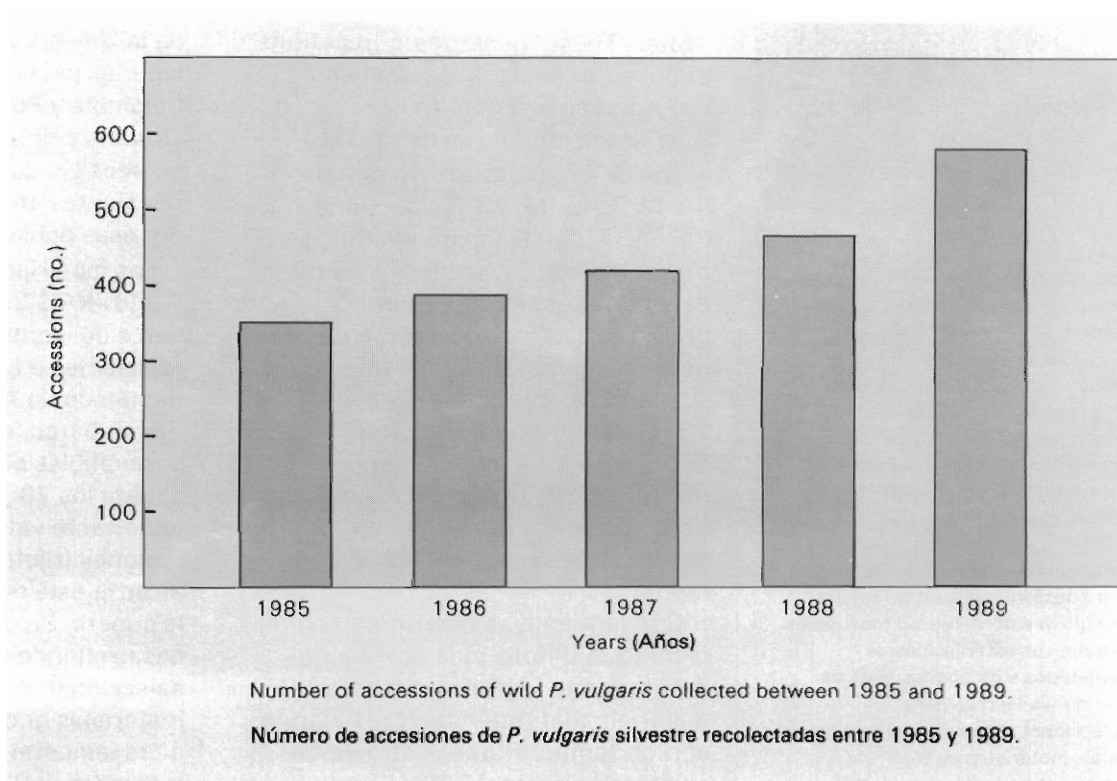
5 Explantes de frijol (izq.) y de tomate (der.) desarrollados en un medio de cultivo estéril; fueron inoculados con huevos esterilizados de nematodos e incubados. Esta es una nueva técnica para seleccionar, a temperaturas altas y bajas, materiales de frijol resistentes a los nematodos.

The Hidden Richness of Wild Beans: CIAT's Germplasm Collection

La Riqueza Oculta del Frijol Silvestre: Colección de Germoplasma del CIAT

CIAT's wild bean (*Phaseolus vulgaris*) germplasm collection comprised 558 entries in 1989. These entries, like the rest of the collection, were obtained by the CIAT Genetic Resources Unit through expeditions and donations (Figure). This work was started in 1985 as a collaborative project with the IBPGR (International

La colección de germoplasma de frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris*) de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT alcanzó 558 entradas en 1989. Estas, como el resto de la colección, han sido obtenidas en expediciones de recolección y por donaciones (Figura). Este trabajo se inició en 1985 como proyecto colaborativo con el IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) para aumentar la diversidad genética disponible para



Board for Plant Genetic Resources) to increase the genetic diversity available for improving this important food crop and to better understand the origins of cultivated beans.

Andean Material and Its Domestication

According to archaeological data, domestication of the species, native to the Andean region, began at least 10,000 years ago. Pottery appeared 5000 years later simultaneously in Mesoamerica and the Andes, making it possible to prepare beans in the food form we know now.

There are several domestication centers in the Andean region. Domestication occurred in different periods, sometimes separated by hundreds of years. Most of the beans that are currently cultivated in Central and South America, Africa, China, the Middle East, and eastern United States originated in the southern Andes. Mesoamerica was another important domestication center, although on a different scale than the southern Andes.

Only a few wild populations were actually domesticated (Photos 1 to 3, page 28). In this process, many morphological changes in cultivated plants took place (Photo 4, page 28). "This diversity," according to Dr. Paul Gepts of the University of California-Davis, "reflects the cultural diversity of human societies that have cultivated beans." Changes mainly affected the plant's growth habit, its seed dispersal system, and seed size, shape, and color. The Andean material, for example, was more readily accepted because of its larger seed than the Mesoamerican material, in spite of the latter being higher yielding.

In contrast to the morphological diversity of the cultivated bean, there is much more genetic diversity in the wild forms, which indicates that only a portion of this variability had been domesticated. The value of variability in wild form was demonstrated, for

mejoramiento de este importante cultivo alimenticio y para entender mejor los orígenes del frijol cultivado.

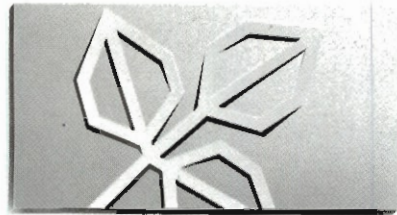
El Material Andino y su Domesticación

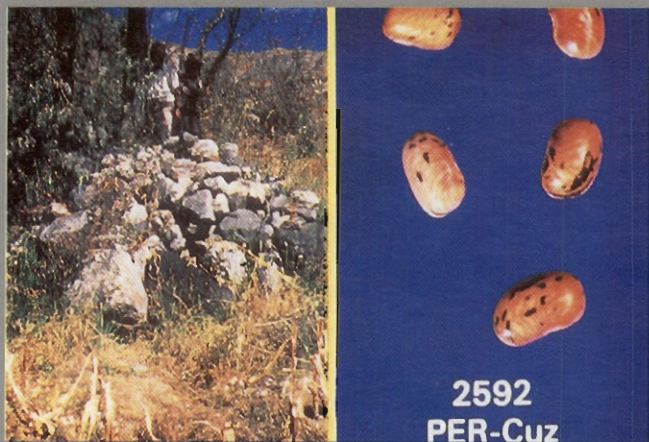
Según datos arqueológicos, la domesticación de la especie, originaria de los Andes, se inició hace por lo menos 10,000 años. Con la aparición de la cerámica hace aproximadamente 5000 años, en forma simultánea en Mesoamérica y los Andes, fue posible preparar el frijol como alimento en su forma actual.

En la zona andina hay varios focos de domesticación, la cual ocurrió en distintas épocas, algunas separadas por cientos de años. De uno de esos focos, los Andes del sur, proviene la mayor cantidad del material que actualmente se cultiva en América del Sur y Central, África, China, Medio Oriente, y el este de Estados Unidos. Mesoamérica fue otro centro de domesticación importante pero de diferente alcance que los Andes del sur.

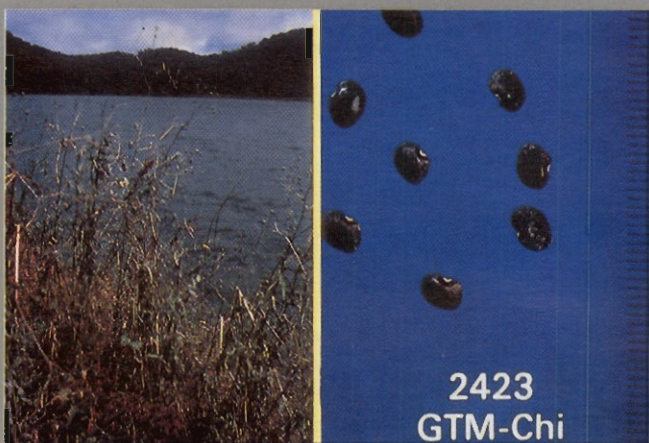
Dentro de los dos centros de domesticación, solamente unas pocas poblaciones silvestres fueron objeto de dicho proceso (Fotos 1 a 3, pag. 28). En el curso de éste tuvieron lugar muchos cambios morfológicos en las plantas cultivadas (Foto 4, pag. 28). "Esta diversidad", según Paul Gepts, de la Universidad de California-Davis, "refleja la diversidad cultural de las sociedades humanas que han cultivado el frijol". Los cambios afectaron principalmente el hábito de crecimiento de la planta, su sistema de dispersión de la semilla, y el tamaño, forma y color de ésta. El grano grande del material andino, por ejemplo, hizo que tuviera más acogida que el mesoamericano a pesar de ser éste más rendidor.

En contraste con la diversidad morfológica del frijol cultivado, existe mucha más diversidad genética en las formas silvestres, lo que indica que sólo una porción de esta variabilidad ha sido domesticada. El valor de la variabilidad en estado silvestre está demostrado, por ejemplo, por el hallazgo reciente de la arcelina en material silvestre de México, la





1



2



3

Wild bean plants in their habitat and their seed: **1** western Cuzco, Peru; **2** Chiquimula, Guatemala; and **3** Tarija, Bolivia.

Plantas de frijol silvestre en su habitat y sus semillas: **1** occidente de Cuzco, Perú; **2** Chiquimula, Guatemala; y **3** Tarija, Bolivia.



4

4 Transition from wild (left) to cultivated form of *P. vulgaris*, Calima type, in northern Ecuador (cm scale).

4 Transición desde la forma silvestre (izquierda) a la forma cultivada en *P. vulgaris* tipo Calima, norte de Ecuador (escala en cm).

example, by the recent discovery of arcelin in Mexican wild bean. Arcelin is a protein that acts as a factor in bruchid resistance (see **CIAT Report/Informe CIAT 1988**).

According to Daniel Debouck, of the Genetic Resources Unit, the 'founder effect' explains the fact that domesticated populations represent only part of the original genetic variability, that is, that small portion of variability of interest for growers. The greater variability in phaseolin of wild forms is proof of that.

Another indication of the genetic variability of wild beans is the 'weed-crop complex,' still characteristic of rudimentary farming systems in isolated sites in Peru and Bolivia. The farmers eat wild beans and take advantage of their natural crosses with cultivated material, a variation that, according to them, "comes from the earth." In the Peruvian Andes, Peruvian and CIAT researchers recently found mixtures of seed that contained as many as 30 genotypes—showing that the farmers are familiar with weedy beans and use them to enrich their mixtures of cultivated beans.

Study Methods

Electrophoretic phaseolin analysis is employed to understand the domestication process, and the extent and location of existing variability in cultivated and wild beans. Phaseolin is the main protein in bean seed. The University of Wisconsin, through a systematic study of wild and cultivated beans in Mesoamerica and the Andes, was able to establish the origins of different wild populations by their phaseolin type. For example, type B was found in the northern Andes and Central America, while the most frequent type in Mexico was S (Table, page 30). As a result, a geographic distribution of phaseolin types parallel to that of wild and cultivated beans was established (Map, page 31).

Recent isoenzyme studies by Dr. Paul Gepts have confirmed the results

cual es factor de resistencia a los brúquidos (ver **CIAT Report/Informe CIAT 1988**).

Según Daniel Debouck, de la Unidad de Recursos Genéticos, el 'efecto fundador' explica el hecho de que las poblaciones domesticadas sólo presentan parte de la variabilidad genética original, esto es, aquella pequeña porción de interés para los cultivadores. La mayor variabilidad en la faseolina de las formas silvestres es prueba de ello.

Otra indicación de la variabilidad genética del material silvestre es el 'complejo maleza-cultivo', todavía presente en lugares aislados de agricultura rudimentaria en Perú y Bolivia. Allí los aborígenes usan material silvestre para consumo y aprovechan los cruces naturales de aquél con material cultivado, variación que, según ellos, "resulta de la tierra". Investigadores peruanos y del CIAT encontraron recientemente en los Andes peruanos mezclas de semilla que contenían hasta 30 genotipos—muestra de que los agricultores conocen los materiales maleza y los usan para enriquecer sus mezclas de frijol cultivado.

Métodos de Estudio

Para entender el proceso de domesticación, la variabilidad existente en el frijol cultivado, y aquella que se quedó en estado silvestre, y dónde, se emplea el análisis electroforético de la faseolina. Esta es la proteína principal de la semilla del frijol. La Universidad de Wisconsin, mediante un estudio sistemático de las formas silvestres y cultivadas de *P. vulgaris* en Mesoamérica y los Andes, pudo establecer poblaciones silvestres de orígenes distintos por su tipo de faseolina. En el norte de los Andes se encontró el tipo B, encontrado también en América Central. El tipo más frecuente en México es el S (Cuadro, pag. 30). Con ello se ha configurado una distribución geográfica de los tipos de faseolina paralela a la de las formas silvestres y cultivadas del frijol (Mapa, pag. 31).

Estudios recientes de Paul Gepts han confirmado los resultados anteriores en las isoenzimas del frijol común. Según él, los genotipos de Mesoamérica y de los

Phaseolin types of wild populations and landraces of *P. vulgaris* from different Latin American countries.

Tipos de faseolina en poblaciones silvestres y razas nativas de *P. vulgaris* en diferentes países latinoamericanos.

Country (País)	Wild populations (Poblaciones silvestres)	Landraces (Razas nativas)
Mexico	M, S	S, Sd, T
Guatemala	M, S	S, B
Costa Rica	M	S, B
Colombia	CH, B	S, T, C, B
Peru		
Northern	I	T, C, H, S
Central	T, C	T, C, H, A, S
Southern	T, C, K	T, C, H, S
Bolivia	T	T, C, S
Argentina	T, H, C, J	T, H

SOURCE (FUENTE): Gepts et al.

of the electrophoretic phaseolin analyses. According to him, genotypes from Mesoamerica and the Andes differ notably: "a different allele is found in the majority of the enzymes in the two regions."

The analysis of DNA (deoxyribonucleic acid) fragments provides even greater accuracy in the study of genetic variability. This analysis is described in "Biotechnology for Bean Improvement" (page 32)

Andes difieren notablemente: "de la mayoría de las enzimas se encuentra un alelo distinto en las dos regiones".

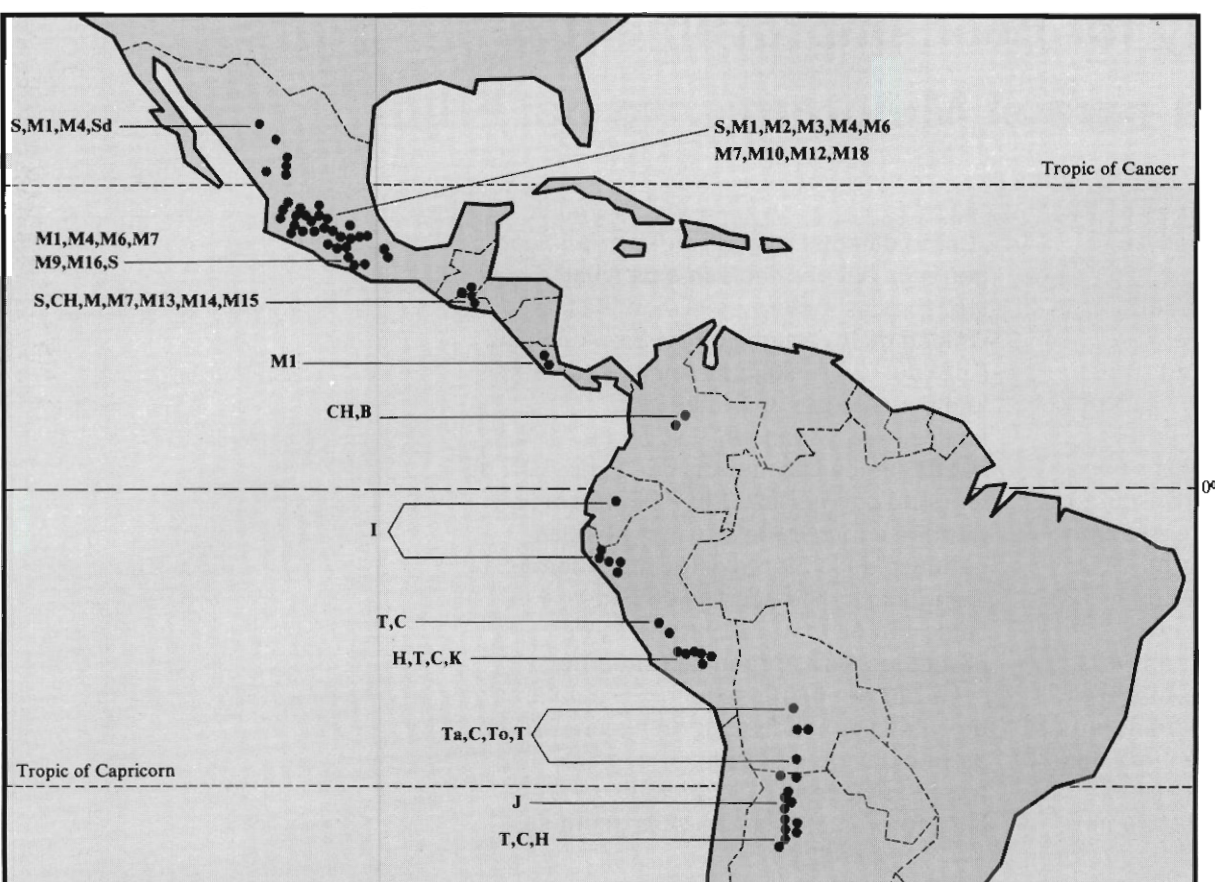
Aún mayor precisión en el estudio de la variabilidad, esta vez con respecto a la base genética, se logra con el análisis de fragmentos del ADN (ácido desoxirribonucleico). Este análisis está descrito en "Biotecnología para el Mejoramiento del Frijol", pag. 32.

Conservación de la Colección

Habiéndose cumplido la etapa inicial de recolección de material silvestre, un nuevo proyecto IBPGR-CIAT está definiendo los mejores métodos para su preservación y manejo futuro. Con esto se trata de evitar pérdidas por manejo del material o por su contaminación, conjugando estos propósitos con el factor de costos. En una primera etapa se está conociendo la naturaleza de la variación en el material original, para, en una segunda, ver su evolución a través de las operaciones propias de un banco de germoplasma: evaluación, multiplicación de semillas y conservación.

Preserving the Collection

Having completed the initial stage of collecting wild material, a new IBPGR-CIAT project is defining the best methods of preserving and handling the collection, of preventing contamination, and of keeping costs down. Initially, the nature of variation in the original materials will be studied and subsequently their behavior under normal operations of a germplasm bank (evaluation, seed multiplication, and preservation) will be observed.



Geographic distribution of wild populations of *P. vulgaris* represented in CIAT's germplasm bank, and distribution of their phaseolin types.

Distribución geográfica de las poblaciones silvestres de *P. vulgaris* representadas en el banco de germoplasma del CIAT, y distribución de sus tipos de faseolina.

Access to the Collection

Information on CIAT's collection of wild beans is available to the Bean Program and to bean researchers around the world. This information is accessible through a data bank that offers, among other services, automatic mapping by computer of the geographic distribution of beans and their representation by country.

A duplicate of this data bank is held by the IBPGR, and by national programs of Guatemala, Mexico, Peru, and, soon, Ecuador. In this way, the results of this research are increasingly made available to national programs for their own bean-breeding activities.

Accesibilidad de la Colección

La información sobre la colección de material silvestre del CIAT está disponible para los investigadores del Programa de Frijol y del resto del mundo. Esta información es accesible a través de un banco de datos que brinda, entre otros servicios, el mapeo automático por computador de la distribución geográfica del material y su representatividad por país.

Este banco está duplicado en el IBPGR, y en los programas nacionales de Guatemala, México, Perú, y próximamente Ecuador. De esta manera los beneficios de esta investigación se ponen progresivamente al alcance de los programas nacionales para ayudarlos en sus propios esfuerzos de mejoramiento del frijol.

Biotechnology for Bean Improvement

Biotecnología para el Mejoramiento del Frijol

How can one detect and analyze genetic variability of bean germplasm? Among the modern techniques available, CIAT's Biotechnology Research Unit (BRU) implemented in 1987 the electrophoresis of proteins and isoenzymes, and initiated the development of DNA fingerprinting by means of restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). Better knowledge of the plant's genetic variability, through this analysis, facilitates identification of gene pools, and selection of parental material and progenies for breeding.

Cell and tissue culture techniques are also being used in the BRU to support specific breeding strategies for interspecific gene transfer and for future genetic manipulation.

Protein and Isoenzyme Electrophoresis

Bean seed storage proteins are globulins (60%) and albumins (40%); the first fraction is composed of phaseolin and the second of lectins and other albumins. The BRU, in cooperation with the Genetic Resources Unit (GRU), conducts two types of analysis: one of the total proteins, so to study the variation of albumins as a grouping criterion, for example, for *Phaseolus polyanthus*; and the other of selected proteins such as phaseolin and arcelin in *P. vulgaris*.

Phaseolin comprises a group of related proteins whose genetic control has been characterized. According to J. T. Tohme, from the BRU, "Until now, 25 phaseolin electrophoretic patterns have been identified in wild *P. vulgaris* genotypes and 13 in cultivated material. The most common patterns

¿Cómo detectar y analizar la variabilidad genética del germoplasma de frijol? Entre las técnicas modernas disponibles, la Unidad de Investigación en Biotecnología (UIB) del CIAT está aplicando desde 1987 la electroforesis de proteínas e isoenzimas, y la identificación de ADN mediante los fragmentos del ácido ADN de longitud polimórfica (RFLP). Este análisis permite conocer mejor la variabilidad genética de la planta, y facilita, además, la identificación de acervos de genes, y la selección de material parental y de progenies para el fitomejoramiento.

La UIB también usa técnicas celulares y de cultivo de tejidos utilizables en ciertas estrategias de mejoramiento, en la transferencia interespecífica de genes, y para futuras manipulaciones genéticas.

Electroforesis de Proteínas e Isoenzimas

Las proteínas de la semilla de frijol son globulinas (60%) y albúminas (40%); la primera fracción está compuesta principalmente por faseolina y la segunda por lectinas y otras albúminas. La UIB practica, en colaboración con la Unidad de Recursos Genéticos (URG), dos tipos de análisis: uno, de proteínas totales para estudiar la variación de las albúminas como criterio de agrupamiento, tal como se hace en *Phaseolus polyanthus*; el otro estudia proteínas escogidas como la faseolina y la arcelina de *P. vulgaris*.

La faseolina comprende un grupo de proteínas relacionadas cuyo control genético ya ha sido caracterizado. J. T. Tohme, de la UIB, explica: "Hasta ahora se han identificado en *P. vulgaris* 25 patrones electroforéticos de faseolina en los genotipos silvestres y 13 en materiales cultivados. En estos últimos los más comunes son S, T, C y H, como indica la Foto 1 (pag. 34). La faseolina, que se emplea también como marcador geográfico y evolutivo, se analiza en la UIB

in cultivated materials are S, T, C, and H (Photo 1, page 34) Phaseolin, which is also employed as a geographic and evolutionary marker is analyzed in order to group materials and to study variability in the wild material." In 1989, in collaboration with the GRU, seven phaseolin types were found in 25 wild genotypes from Peru and Bolivia. Another study revealed great diversity in the 'ñuña' (pop bean) group, which also originates from those two countries. These results clarify the role of the southern Andes as a multiple domestication center (see "The Hidden Richness of Wild Beans: CIAT's Germplasm Collection," page 26).

As a complement to the previous analyses, which helped define groups within the germplasm variability, the BRU is studying bean isoenzymes and their possible use as a screening method for morphological and disease resistance traits.

DNA Fragments

This technique studies variability in DNA fragments (RFLPs) as a means of constructing a molecular map of the bean genome, which eventually should assist in tagging genes of economic importance. Eduardo Vallejos, from the University of Florida-Gainesville, is constructing a saturation map of *P. vulgaris* RFLPs in collaboration with the BRU. From a genomic gene library of 2000 clones, 100 were used as probes to screen for variability; 50% of the clones showed polymorphism. So far, 25 clones of this library have been used with the Calima and XR-235-1 varieties and the F₂ progeny of this cross. The project aims at identifying and locating genes of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

Tissue Culture

This technique is currently used by the BRU for rescuing hybrid embryos.

para agrupar materiales y para estudiar la variabilidad del germoplasma silvestre". En colaboración con la URG, en 1989 se hallaron siete tipos de faseolina en 25 genotipos silvestres de Perú y Bolivia. Otro estudio reveló también gran diversidad en el grupo 'ñuña' (frijol reventón), originario de esos dos países. Estos resultados esclarecen el papel de los Andes del sur como centro de domesticación múltiple (ver "La Riqueza Oculta del Frijol Silvestre: Colección de Germoplasma del CIAT", pag. 26).

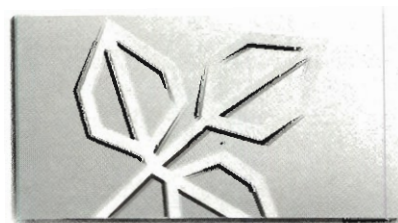
Como un complemento a los análisis anteriores, que permiten la formación de grupos dentro de la variabilidad del germoplasma, la UIB estudia las isoenzimas del frijol. Estas podrán usarse también como un método de selección de algunos caracteres morfológicos y de resistencia a enfermedades.

Fragments de ADN

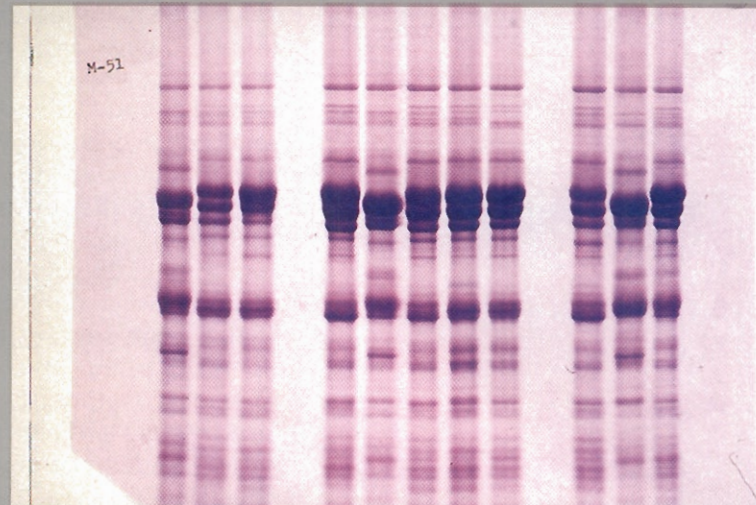
Esta técnica estudia la variabilidad en ciertos fragmentos de ADN (RFLPs) para construir, por su medio, un mapa molecular del genoma del frijol, y para identificar al mismo tiempo algunos genes de importancia económica. Eduardo Vallejos, de la Universidad de Florida, en Gainesville, está construyendo, en colaboración con la UIB, un mapa de saturación de RFLPs de *P. vulgaris*. De una genoteca genómica de 2000 clones se tomaron 100 y se usaron como sondas para determinar la variabilidad. Resultado: el 50% de los clones exhibieron polimorfismo. Hasta ahora, 25 clones de esa biblioteca han sido probados con las variedades Calima y XR-235-1, y con la F₂ del cruce de las mismas. El proyecto busca identificar y localizar los genes de la resistencia a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*.

Cultivo de Tejidos

Este se aplica actualmente en la UIB para el rescate de embriones de híbridos, y para la regeneración de plantas de *Phaseolus* a partir de cultivos de suspensión celular. Este proyecto incluye estudios sobre la manipulación genética del frijol con miras a su mejoramiento.



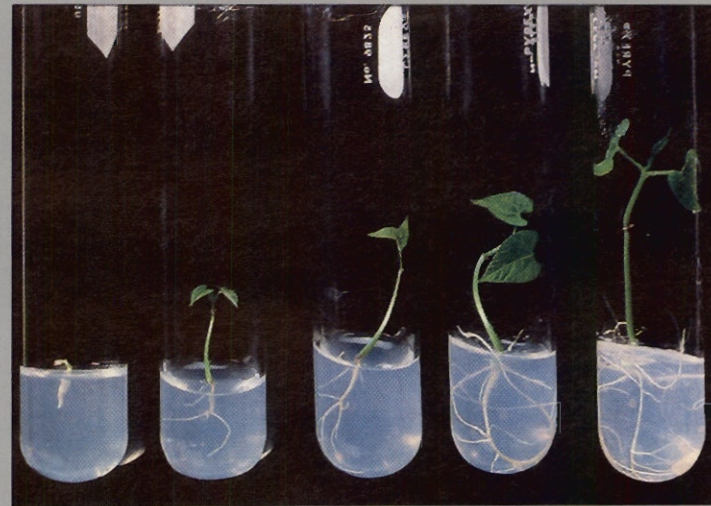
- 1 Molecular variation in seed proteins (phaseolin) is used as a marker for genetic diversity and evolutionary studies of *Phaseolus vulgaris*.
- 1 La variación molecular de las proteínas de la semilla (faseolina) se usa como marcador tanto de la diversidad de *P. vulgaris* como en el estudio de la evolución de esa especie.



1



2

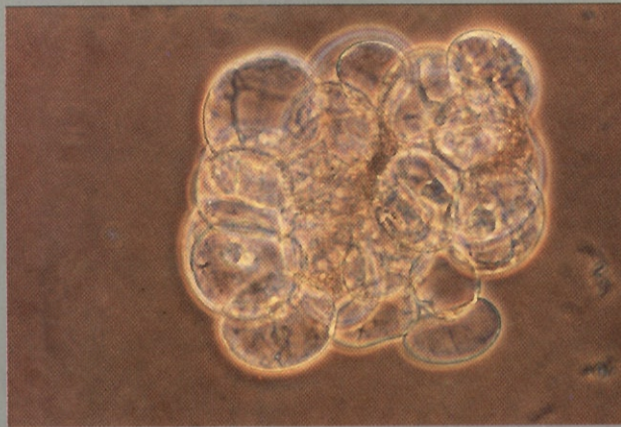


3

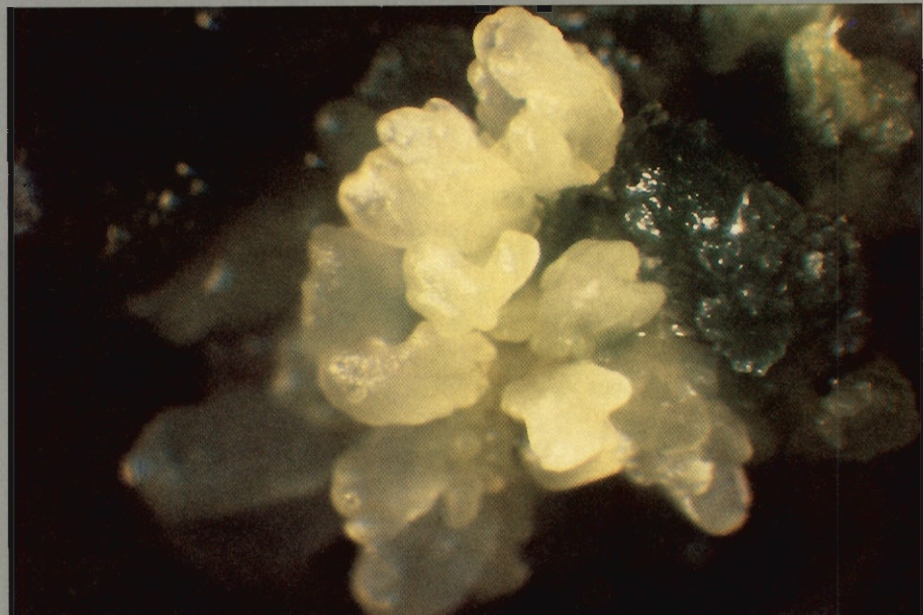


4

- 2 A very immature embryo is shown attached to maternal tissue from an interspecific cross (*P. vulgaris* x *P. acutifolius*) (left); isolated hybrid embryo in sterile nutrient medium (right). 3 Sequence in embryo development in sterile medium until a complete seedling is formed.
- 4 Transplanted hybrid plants (*P. vulgaris* x *P. acutifolius*) obtained through embryo rescue.
- 2 Un embrión en estado muy inmaduro aparece adherido al tejido materno de un cruce interespecífico entre *P. vulgaris* x *P. acutifolius* (izq.). A la derecha, el embrión híbrido aislado en un medio nutritivo estéril. 3 Secuencia del desarrollo de un embrión en un medio estéril hasta la formación de la plántula completa. 4 Plantas del híbrido *P. vulgaris* x *P. acutifolius*, obtenidas mediante rescate de embriones, y ya trasplantadas.



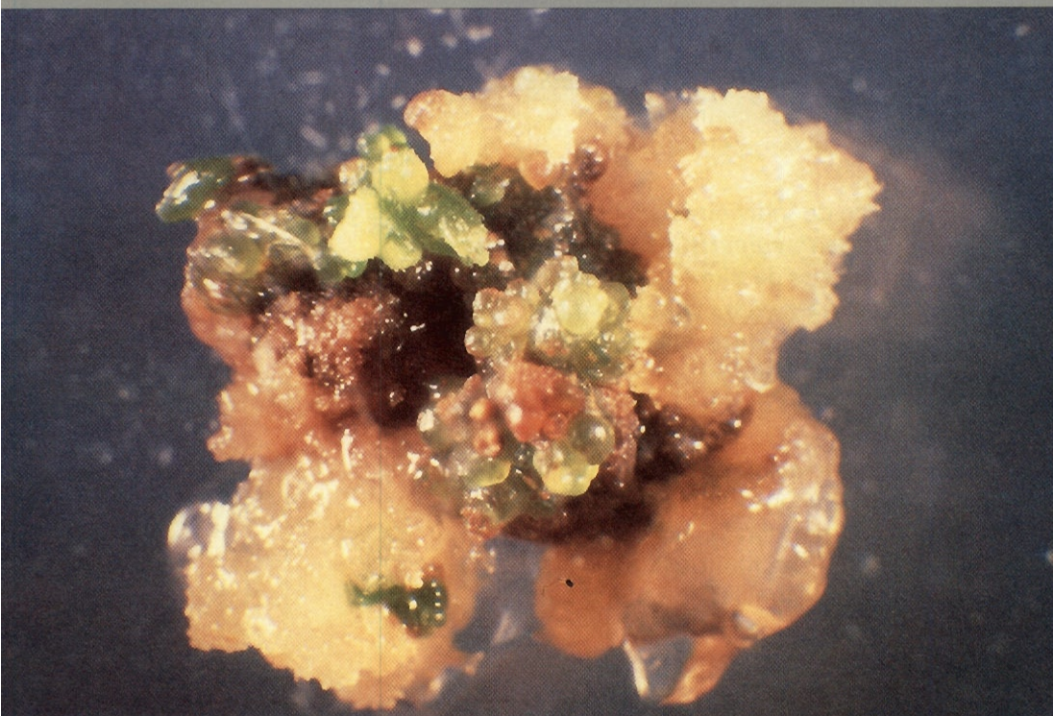
5



6

5 Early stage of organization in cell suspension culture of tepary bean. **6** Callus derived from cell suspension with incipient shoot organization. **7** Prolific shoot formation from callus culture.

5 Etapa inicial en la organización de un cultivo de suspensión de células de frijol tepari. **6** Callo derivado de la suspensión con organización incipiente del brote aéreo. **7** Proliferación de brotes a partir de un cultivo de callos.



7

and for regenerating *Phaseolus* plants from cell suspension cultures. The project also includes studies on genetic manipulation for bean improvement.

Embryo rescue

Cultivated species of the genus *Phaseolus* possess genes (for resistance to pests and pathogens and for tolerance to abiotic factors) which need to be introgressed into the common bean. Unfortunately, interspecific crosses, that is, *P. vulgaris* x *P. acutifolius*, do not yield seeds because the hybrid embryos are aborted early. The technique of embryo rescue recovers F₁ and BC₁ hybrids coming from crosses between those two species.

In 1989, the BRU, in collaboration with Bean Program breeders, recovered and transplanted to a nursery a number of F₁ and crosses of *P. vulgaris* and *P. acutifolius* (Photos 2, 3, and 4, page 34). The project aims at transferring genes for tolerance to drought and for resistance to bacterial blight, the *Empoasca* leafhopper, and other problems.

Plant regeneration in *Phaseolus*

Based on a collaborative effort with Colorado State University, *P. acutifolius* embryos were efficiently induced from long-term cell suspension cultures (Photos 5, 6, and 7, page 35). Using wild and cultivated *P. vulgaris*, cells with high morphogenic capacity have also been obtained. Structures similar to embryos have been identified in these cultures.

Results obtained so far with bean biotechnology suggest that plant regeneration of *P. vulgaris* is close to being achieved. Collaborative projects with advanced research institutions in Italy, the United States, and the Federal Republic of Germany are, therefore, being intensified.

Rescate de embriones

Especies cultivadas del género *Phaseolus* poseen genes de resistencia a plagas y a patógenos, y genes de tolerancia a factores abióticos; estos genes se incorporan, por introgresión, al frijol común. Infortunadamente, los cruces interespecíficos, p. ej., *P. vulgaris* x *P. acutifolius*, no producen semilla porque los embriones híbridos abortan muy temprano en su desarrollo. La técnica del rescate de embriones se aplica en la UIB para recuperar híbridos F₁ y BC₁ provenientes de cruces entre las dos especies mencionadas. En 1989, y en colaboración con fitomejoradores del Programa de Frijol, la UIB recuperó y trasplantó luego al invernadero cierto número de individuos F₁ y de cruces con *P. vulgaris* y con *P. acutifolius* (Fotos 2, 3 y 4, pag. 34). El objetivo de este proyecto es transferir los genes de tolerancia a la sequía y los de resistencia a la bacteriosis común y a los saltahojas del género *Empoasca*, entre otros problemas.

Regeneración de plantas de *Phaseolus*

Apoyándose en un trabajo hecho en colaboración con la Universidad del Estado de Colorado, la UIB ha inducido eficientemente embriones de *P. acutifolius* a partir de cultivos celulares de suspensión de largo plazo (Fotos 5, 6 y 7, pag. 35).

Partiendo de individuos silvestres y cultivados de *P. vulgaris*, se han obtenido también células de alta capacidad morfogénica. En estos cultivos se han identificado estructuras semejantes a los embriones.

Los resultados que ha arrojado hasta ahora la biotecnología del frijol sugieren que la regeneración de plantas de *P. vulgaris* podrá lograrse pronto. Se intensifican por ello los proyectos colaborativos con instituciones de investigación avanzada en Italia, Estados Unidos y la República Federal de Alemania.

Snap Beans: A Fruitful Research Prospect

La Habichuela: Una Investigación Promisoria

Snap beans*, a vegetable widely consumed in the developed and developing world, are being considered for expanded research by CIAT's Bean Program. This initiative would respond to the snap bean's economic importance for small producers in developing countries, its potential for increased consumption, especially in Asia, and the need to improve varieties and cropping practices in the tropics.

Those facts were recognized at the International Snap Bean Conference for the Developing World, held at CIAT in October 1989. Guy Henry, CIAT's conference coordinator, says: "It has been demonstrated that snap beans have a significant potential in the developing world, which warrants their research. This would have a large impact on the well-being of small farmers in the tropics."

* Also referred to as string beans, French beans, and green beans

La habichuela*, una hortaliza de alto consumo en el mundo desarrollado y en desarrollo, está siendo considerada como materia de más amplia investigación por el Programa de Frijol del CIAT. Esta iniciativa respondería a su importancia económica para pequeños productores en países en desarrollo, su potencial de consumo, especialmente en el mercado asiático, y la necesidad del mejoramiento de variedades y de prácticas de cultivo en los trópicos.

La Conferencia Internacional sobre Habichuela para el Mundo en Desarrollo, reunida en el CIAT en octubre de 1989, así lo reconoció. Según Guy Henry, coordinador por el CIAT de la conferencia: "Se ha demostrado que la habichuela tiene un potencial significativo en el mundo en desarrollo, lo cual amerita su investigación. Esta tendrá un gran impacto entre los pequeños agricultores del trópico".

Importancia de la Habichuela

Las hortalizas, entre ellas la habichuela, son actualmente objeto de mayor atención por parte de los centros afiliados al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl). Colin McClung, anteriormente asesor científico del Grupo, explica por qué: "Las hortalizas generan altos ingresos monetarios por unidad de tierra, lo cual les puede ayudar a los agricultores más pobres a salir del círculo vicioso de la pobreza. Además, la demanda

* También conocida como 'vainita' (Perú y otros países), 'ejote' (México y América Central) y 'chaucha' (Argentina y Uruguay).

Importance of Snap Bean

Vegetables, among them snap beans, are currently receiving greater attention from the centers affiliated with the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Colin McClung, former scientific advisor to the Group, explains: "First, vegetables generate high income per unit of land, which can help the poorest farmers get out of the vicious circle of poverty; second, demand for vegetables is growing faster than population, especially in urban centers; and, third, they can be farmed in diverse production systems and are particularly suited to those of small farmers in tropical countries." (Photo 1.)

Snap beans are especially important in the People's Republic of China. Professor Li Pei-Hua, from the Chinese Academy of Agricultural Sciences and delegate to the conference at CIAT, explained: "The snap bean is a favorite vegetable in our diet. Almost 75% of Third World snap-bean production originates in China." (Photo 2.)

Henry estimates annual production, at wholesale value in developing countries, to be about US\$1.8 billion.

This legume is particularly rich in vitamin A, calcium, phosphorus, and iron. It can be prepared in many ways, and is an important ingredient in the traditional dishes of many countries.

Reasons for Research

To determine the economic importance of snap beans in developing countries, CIAT's Bean Program made a study, funded by the Netherlands Ministry for International Development (DGIS). Its main conclusions were:

Employment and demand

This is a highly labor-intensive crop, therefore a source of employment. Labor costs represent

de hortalizas crece más rápidamente que el crecimiento natural de la población, especialmente en los centros urbanos, y ellas se adaptan a diversos sistemas de producción, en particular a aquéllos de los pequeños agricultores de los países tropicales". (Foto 1.)

La habichuela es especialmente importante en la República Popular China. La profesora Li Pei-Hua, de la Academia China de Ciencias Agrícolas, delegada a la conferencia en el CIAT, explicó que "La habichuela es una hortaliza favorita en nuestra dieta alimentaria. En China se origina casi un 75% de la producción de habichuela del Tercer Mundo". (Foto 2.)

Henry calcula el valor monetario a nivel mayorista de la producción anual de habichuela en países en desarrollo en unos 1.8 mil millones de dólares US.

Esta leguminosa es particularmente rica en vitamina A, calcio, fósforo y hierro. Se puede preparar en muchas formas, y se usa en platos tradicionales en diversos países.

Fundamentos para la Investigación

Para determinar si la habichuela es realmente tan importante en los países en desarrollo, el Programa de Frijol del CIAT, con financiamiento del Ministerio de los Países Bajos para el Desarrollo Internacional (DGIS), adelantó un estudio sobre su potencial económico. Las principales conclusiones fueron:

Empleo y demanda

Esta hortaliza requiere altos niveles de mano de obra y, por tanto, incide en el empleo. Los costos de mano de obra representan 30% a 50% del costo total de producción, y los fertilizantes y pesticidas, entre 20% y 30%.

Los costos del cultivo son altos, pero los ingresos también son altos. El estudio encontró una relación beneficio-costos de 1.2 a 1.4 por cosecha en Colombia, y de 1.2 a 1.9 en el resto del mundo tropical, una rentabilidad bastante atractiva para los agricultores. Esta se puede ver afectada, sin embargo, por el riesgo de



1



2

1 Harvesting snap beans in Pradera, Valle, Colombia. 2 Participants at the International Snap Bean Conference visited this area, not too far from CIAT's headquarters; among them, Professor Li Pei-Hua (photo) from the Chinese Academy of Agricultural Sciences.

1 Cosecha de habichuela en Pradera, Valle, Colombia. 2 Los asistentes a la Conferencia Internacional de Habichuela visitaron un cultivo en esta zona, no lejos del CIAT. En la foto, la profesora Li Pei-Hua, de la Academia China de Ciencias Agrícolas.

30% to 50% of the total production cost while fertilizers and pesticides represent 20% to 30%.

Although production costs are high, income is also high. The study found benefit-cost ratios of 1.2 to 1.4 per harvest in Colombia, and from 1.2 to 1.9 in the rest of the tropical world, an attractive profit margin for farmers. Profits may be affected, however, by sudden drops in farmgate prices, even though demand for the product is relatively stable throughout the year.

Researchers estimate that demand will grow by 45% by the year 2000, mainly because of increasing demand in China. Since production is growing by only 2.5% per year, there may be a deficit in the developing world of about one million tons in 10 years.

Crop problems

One of the principal problems cited by farmers is the poor quality or lack of seed specifically adapted to tropical conditions. Most seed in use was originally developed for climates and markets of temperate countries.

Pests and diseases, labor scarcity, and price fluctuations were other problems frequently mentioned.

Benefits from research

According to the study, improvements in seed, varieties, agronomic practices, and pest and disease control can represent benefits of as much as 25% of the value of the total snap bean production.

An investment of around US\$500,000 in snap bean research would generate an internal rate of return estimated between 40% and 68%, with maximum impact in about 15 years.

Small farmers, who make up the majority of snap bean producers, would benefit the most, particularly from research on varieties with a climbing growth habit. These are more labor intensive and more

que los precios al productor bajen repentinamente, aunque la demanda suele ser relativamente estable durante el año.

Los investigadores estiman que la demanda crecerá en 45% para el año 2000, debido principalmente al crecimiento de la misma en China. Como quiera que la producción sólo está creciendo un 2.5% al año, en 10 años habrá un déficit en el mundo en desarrollo de cerca de un millón de toneladas.

Problemas del cultivo

Uno de los principales problemas citados por los agricultores es la mala calidad o la falta de semillas específicamente adaptadas a las condiciones tropicales. Las semillas en uso generalmente fueron desarrolladas para climas y mercados de países templados.

Las enfermedades y plagas, la escasez de mano de obra, y las fluctuaciones en precios fueron otros problemas frecuentemente citados.

Beneficios de la investigación

El mejoramiento de la semilla, de las variedades, de las prácticas agronómicas y del control de plagas y enfermedades podría representar beneficios que los investigadores calculan en 25% de la producción total de habichuelas.

Una inversión de unos US\$500,000 en su investigación generaría una tasa interna de retorno estimada en 40%—en el peor de los casos—y en 68% en condiciones favorables, con su máximo impacto en unos 15 años.

Los mayores beneficiarios serían los pequeños agricultores, quienes constituyen la mayoría de los productores de habichuela. Además, la investigación podría orientarse hacia las variedades de hábito de crecimiento voluble. Estas son intensivas en mano de obra y más populares entre los productores que las arbustivas.

Beneficios adicionales serían un mejoramiento de la salubridad y de la preservación de los recursos naturales en los sistemas de cultivo, que actualmente

3 Panoramic view of an area in Sumapaz; this province, on the slopes of the eastern 'cordillera,' is the largest producer of snap beans in Colombia.

3 Panorámica de Sumapaz; esta provincia, en la cordillera oriental, es la mayor productora de habichuela en Colombia.



3



4



5

Snap bean pests: **4** whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*) mating on a snap bean leaf. **5** Typical damage caused by leafminer (*Liriomyza huidobrensis*) on snap beans. The insect itself burrows through the plant tissues and cannot be seen without breaking open the leaf tissue.

Plagas de la habichuela: **4** moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*) apareándose sobre una hoja de habichuela. **5** Daño característico del minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*) en la habichuela. El insecto hace túneles en los tejidos foliares donde no es posible verlo sin romperlos.

popular among farmers than bush varieties.

Additional benefits will be improvement in the farms' sanitary conditions, and protection of their natural resources, which are currently threatened by excessive use of chemical inputs for pest control.

Research at CIAT

The snap bean is a common bean (*Phaseolus vulgaris*) used in its fresh form. CIAT, which has the world mandate for common bean research among the CGIAR centers, can therefore investigate snap beans at minimal cost, as it already has the research infrastructure for this species.

A Case Study: Sumapaz

Since 1988, the DGIS has been funding a complementary project to analyze the toxicological, biological, and economic aspects of pesticide use at Fusagasugá and four other towns in the Sumapaz province (Photo 3), about 40 miles south of Bogotá. This is the main snap-bean growing region in Colombia and supplies the enormous market of its capital city in the center of the country.

At Sumapaz, the most important disease is rust, which can cause production losses between 32% and 37%; other important diseases are *Ascochyta* blight, anthracnose, and white mold. As a prevention measure, farmers apply agrochemicals as often as twice a week, and at the same time apply pesticides to 'prevent' pest attacks.

Of the 22 insecticides commonly used by farmers to control whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) (Photo 4), the main snap-bean pest in the country, only four have been found to effectively control it.

Insecticides are applied when this, or any other important pest such as the leafminer (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) (Photo 5), are not yet present or have not reached the

dependen en gran medida de insumos químicos para el control de plagas.

Investigación en el CIAT

La habichuela no es otra cosa que frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en su forma fresca, por lo cual su investigación en el CIAT, que tiene el mandato mundial de la investigación en frijol entre los centros internacionales, podrá hacerse a un costo mínimo, teniendo como tiene, la infraestructura de investigación para esta especie.

Estudio de Caso: Sumapaz

Desde 1988, el DGIS está financiando un proyecto complementario para analizar los aspectos toxicológicos, biológicos y económicos del uso de pesticidas en Fusagasugá y otros cuatro municipios de la provincia de Sumapaz (Foto 3), ubicados a unos 70 kilómetros al sur de Bogotá. Esta es la principal región habichuelera de Colombia y abastece el enorme mercado de su capital en el centro del país.

En Sumapaz, la más importante enfermedad de la habichuela es la roya, que puede causar pérdidas entre 32% y 37% de la producción. Le siguen en importancia la ascochita, la antracnosis, el moho blanco del tallo y otras. Para su prevención, los agricultores aplican agroquímicos hasta dos veces por semana, pero aprovechan esta oportunidad para aplicar pesticidas con el fin de 'prevenir' los ataques de plagas.

Se ha encontrado, sin embargo, que de los 22 insecticidas que los agricultores comúnmente utilizan para controlar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) (Foto 4), la principal plaga de la habichuela en el país, sólo cuatro son efectivos para su control.

Las aplicaciones se realizan cuando ésta, u otra plaga de importancia como el minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) (Foto 5), aún no está presente ni ha alcanzado el umbral de daño económico. Este uso excesivo ha fomentado el desarrollo de resistencia en las plagas mismas y la muerte de sus enemigos naturales.

threshold of economic damage. Such excessive use has created insecticide resistance in the pests themselves and killed their natural enemies

"These two insects are minor pests in other areas or in other crops," says Juan Guillermo Velásquez, associate entomologist in the Sumapaz study, "but the indiscriminate use of insecticides here has turned them into major pests."

Participatory research

Researchers from ICA and CIAT are testing advanced snap-bean breeding lines in farmers' fields at Sumapaz. Trials are carried out using participatory research techniques being developed through a special CIAT project, funded by the Kellogg Foundation.

Integrated pest-and-disease management is also being applied experimentally by farmers. First results have been promising (Table).

Carlos Arturo Quiroz, project research assistant, points out: "A crucial test for any technology about to be introduced to an area is farmer acceptance. Therefore, the farmers themselves plant the trials and

"Estos dos insectos no son muy importantes en otras partes u otros cultivos", según Juan Guillermo Velásquez, entomólogo asociado en el estudio de Sumapaz, "pero aquí el uso indiscriminado de insecticidas los convirtió en plagas importantes".

Investigación participativa

En Sumapaz, investigadores del ICA y del CIAT están ensayando en fincas de agricultores líneas avanzadas de fitomejoramiento de habichuela. Los ensayos se realizan utilizando las técnicas de investigación participativa que un proyecto especial, financiado por la Fundación Kellogg, está desarrollando en el CIAT.

Con esta misma metodología los agricultores están ensayando el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP), cuyos primeros resultados (Cuadro) son alentadores.

Carlos Arturo Quiroz, asistente de investigación del proyecto, señala: "Un factor al cual debe enfrentarse cualquier material a ser introducido en la zona es la aceptación por parte del agricultor. Por tanto, son los agricultores mismos quienes siembran los ensayos y los manejan, con participación de los técnicos".

Preliminary results of experiments in integrated pest management (IPM) of two major snap-bean pests, whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and leafminer (*Liriomyza huidobrensis*), Sumapaz, Colombia, 1989.

Resultados preliminares de experimentos sobre el manejo integrado (MIP) de dos plagas principales de la habichuela, la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y el minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*), en Sumapaz, Colombia, 1989.

Pest management system (Sistema de manejo de plagas)	No. of sprayings (aspersiones)	Yield (Rend.) (kg/ha)	Cost of control (US\$)	Benefit-cost ratio
IPM (MIP)	5	16.337	362	12.7
Traditional	10	13.408	457	8.2

manage them, with participation by technicians."

Pod quality, disease resistance, and yield—in that order—have been pointed out by farmers as the most important traits of an ideal snap-bean variety. These criteria, and those of middlemen, are taken into account by ICA and CIAT when developing advanced breeding lines for the region.

Recommendations from the Snap Bean Conference

Scientists from 19 countries met at CIAT in October 1989, under the sponsorship of the DGIS, and presented reports on production, marketing, consumption, and research on the snap bean.

The speakers agreed that research strategy for the future should give priority to breeding for resistance and to integrated pest management (IPM). They also agreed that the majority of the research effort should concentrate on Asia and the Middle East, but that several sites in Latin America would serve as pilot study areas.

The participants suggested that the best way to carry out this research was through the revitalization of the International Snap Bean Research Network, in which CIAT would serve as coordinator, and also provide support with germplasm, breeding, seed production, economic and IPM studies, training, and information.

It is envisaged that a modest investment in research could significantly improve the economic situation of many small farmers in the tropics, facilitating their transition from subsistence to commercial farming.

Los agricultores han destacado—en su orden—la calidad de la vaina, la resistencia a enfermedades y el rendimiento, como los rasgos más importantes de una variedad ideal de habichuela. Estos criterios, al igual que los de los intermediarios, son tenidos en cuenta por el ICA y el CIAT para el desarrollo de líneas avanzadas de fitomejoramiento para la región.

Recomendaciones de la Conferencia sobre Habichuela

Científicos de 19 países, reunidos en el CIAT en octubre de 1989 bajo el patrocinio del DGIS, presentaron informes sobre producción, mercadeo, consumo e investigación de la hortaliza.

Los conferencistas estuvieron de acuerdo en que la estrategia de investigación para el futuro debería dar prioridad al fitomejoramiento por resistencia y al manejo integrado de plagas (MIP). Se acordó, igualmente, que la mayor parte del esfuerzo investigativo debería dirigirse hacia Asia y el Medio Oriente, pero que varios sitios de América Latina servirían como áreas piloto de estudio.

Los participantes consideraron que la mejor forma de llevar a cabo esta investigación era mediante la revitalización de la Red Internacional de Investigación en Habichuela, en la cual el CIAT serviría como entidad coordinadora, apoyándola además con germoplasma, fitomejoramiento, semillas, estudios económicos y de MIP, capacitación y medios de comunicación.

Se prevé que con una modesta inversión se puede, mediante este proyecto de investigación, mejorar significativamente la situación económica de muchos pequeños agricultores en los trópicos, facilitándoles el paso de una agricultura de subsistencia a otra de tipo comercial.



Cassava Program

Programa de Yuca

Cassava, a starchy root native to tropical America, is a food crop with a very high potential for socioeconomic impact on low-income producers and consumers of tropical Africa, Latin America, and Asia.

In spite of its importance as a source of nutrition and income for millions of people, cassava was not the object of systematic research before the 1970s, when two international centers, CIAT and the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), began intensive investigation on cassava.

CIAT's Cassava Program, one of the oldest in the Center, with the cooperation of the national research programs it helped to establish, has contributed to the scientific knowledge of cassava physiology, its pests and diseases and their control, to germplasm collection and preservation, and to breeding for

La yuca, una raíz amilácea originaria de América tropical, es uno de los cultivos alimenticios con mayor potencial de beneficio socioeconómico para productores y consumidores de bajos recursos en zonas tropicales de África, América Latina y Asia.

No obstante su importancia como fuente de nutrición e ingresos para millones de personas, la yuca fue materia de escasa investigación científica antes de los años setenta. En esa época comenzó su investigación sistemática por iniciativa de dos centros internacionales: el CIAT y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA).

El Programa de Yuca, uno de los más antiguos del CIAT, ha contribuido desde entonces—en colaboración con los programas nacionales que ha ayudado a formar—al conocimiento de la fisiología de

improved varieties adapted to various agroecological zones. The impact of this breeding work is illustrated on page 9.

Most of CIAT's cassava research first took place in Latin America; later, the Program extended its operations to Asia and Africa. In 1989, it broadened its cooperation with IITA by outposting a physiologist/breeder to that institute. The two centers have been working on the biological control of the cassava mealybug and the green spider mite, major pests in Africa. This is the largest project of its kind in the world and includes Latin America, where natural enemies of the mealybug and the spider mite are found.

In Latin America, the Program is contributing to the transition from subsistence cassava production to agroindustrial production. The impact of this activity during the 1980s among small Colombian producers is illustrated on page 8. Cassava drying plants have also been established in Ecuador, Panama, and, in 1989, in Brazil.

Demand generated by cassava drying plants supplying the feed industry in the Colombian north coast requires improved varieties for specific purposes. Their development, in cooperation with the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), is explained in "New Cassava Varieties for Colombia" (page 47). This article also describes materials recently released for the Eastern Plains (Llanos Orientales) where they will be an agricultural production alternative for farmers on marginal soils.

As a result of demand from the cassava drying industry in Colombia, commercial production and improved quality of cassava 'seed' (vegetative seed) have become necessary. How CIAT's Seed Unit is assisting government agencies and farmers' cooperatives to produce high-quality seed is described in "Commercial Production of Cassava Seed Under Way in Colombia" (page 54).

CIAT's Cassava Program in Asia, headquartered at the Field Crops

la planta, de sus enfermedades y plagas y de los métodos para su control; a la recolección y preservación del germoplasma; y al desarrollo de variedades mejoradas que se adaptan a las diversas zonas agroecológicas productoras de yuca. El alcance de este trabajo de fitomejoramiento está ilustrado en la pag. 9.

El principal escenario de las investigaciones del CIAT en yuca fue América Latina; posteriormente, el Programa extendió sus actividades a Asia, y desde 1989 amplió su colaboración con el IITA, en Africa, asignando allí un fitomejorador. Estos dos centros han trabajado en el control biológico del piojo harinoso y del ácaro verde de la yuca en Africa—el mayor proyecto de su género en el mundo—trabajo que involucra a América Latina como lugar de origen de los enemigos naturales de las dos plagas.

En América Latina, el Programa está contribuyendo a la transición del cultivo de la yuca de la etapa de subsistencia a la etapa agroindustrial. El impacto de esta última actividad entre pequeños productores colombianos, en la década de los ochenta, se ilustra en la pag. 8. La agroindustria de la yuca se ha extendido también a Ecuador y Panamá, y se inició en 1989 en Brasil.

La demanda generada en la costa norte colombiana por la industria de yuca seca, como materia prima para concentrados, requiere variedades con cualidades específicas. El desarrollo de las mismas, en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), aparece descrito en "Nuevas Variedades de Yuca para Colombia" (pag. 47). Este mismo artículo describe los materiales recién liberados para los Llanos Orientales, donde representarán una alternativa de producción agrícola en suelos marginales.

Por impulso de la industria de la yuca seca en Colombia, surgió la necesidad de abastecer la demanda de 'semilla' (entendiendo por tal la semilla vegetativa) y mejorar su calidad. Esta iniciativa de la Unidad de Semillas del CIAT, en colaboración con entidades nacionales y con cooperativas de agricultores, aparece en "En Marcha Producción Comercial de Semilla de Yuca en Colombia" (pag. 54).

Research Institute in Thailand, is cooperating with cassava programs in 10 countries. CIAT's breeding materials have helped improve yields, destined mostly for industrial purposes, in many Asian regions (page 9). An example of this cooperation is described in "Successful Research Triad in Indonesia" (page 59).

Considerable progress has been made by the Program in the control of cassava root rots—an important cassava disease. This research and its technological applications in Colombia and Brazil appear in "Cassava Root Rots: Progress in Their Control" (page 64).

Finally, the increasing importance of cassava production in tropical developing countries requires the contribution of advanced multidisciplinary research to identify certain production and utilization constraints. The recent implementation of an international biotechnology network for this purpose and its initial research projects are described in "Cassava for the Future: Potential Contributions of the Biotechnology Network" (page 70).

El Programa de Yuca del CIAT en Asia, con sede en el Instituto de Investigación en Cultivos de Tailandia, trabaja actualmente con 10 países asiáticos. El aporte de germoplasma del Programa ha sido fundamental para mejorar en numerosas regiones la calidad de la yuca, principalmente aquélla para uso industrial (pag. 9). Un ejemplo de esta colaboración se presenta en "Exitosa Tríada de Investigación en Indonesia" (pag. 59).

Un avance muy importante realizó el Programa en el control de una de las enfermedades principales de la yuca, la pudrición radical. Esta investigación, y su aplicación tecnológica en dos zonas productoras de Colombia y Brasil, aparecen en "Pudriciones Radicales de la Yuca: Progresos en su Control" (pag. 64).

Por último, dada la creciente importancia del cultivo en los países tropicales en desarrollo, los aportes de la investigación multidisciplinaria avanzada se han hecho necesarios para identificar ciertas limitaciones a su producción y utilización. La constitución de una red internacional de biotecnología con tales fines, y sus proyectos prioritarios de trabajo, son el tema de "La Yuca del Futuro: Contribución Potencial de la Red de Biotecnología" (pag. 70).

New Cassava Varieties for Colombia

Nuevas Variedades de Yuca para Colombia

As a result of more than 10 years of collaborative work between the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) and CIAT, ICA is releasing four new cassava varieties in 1990. Two of the varieties, released at the beginning of the year, will help create new production and employment alternatives in a vast region of Colombia known as the Eastern Plains, or Llanos Orientales. This region is marginal agricultural land because of its acid and infertile soils.

The other two materials were developed for a traditional cassava-growing area—the Colombian north coast—where there is growing demand from drying plants and the fresh-cassava market. These varieties are scheduled for release in mid-1990.

CIAT's part in the collaborative work with ICA was to make the preliminary selection of genotypes among the thousands of entries in its hybridization program; both ICA and CIAT worked together in breeding and its interrelation with extension work; ICA is responsible for transferring the new technology to farmers.

Como resultado de más de 10 años de trabajo colaborativo entre el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT, la primera entidad está liberando cuatro nuevas variedades de yuca en 1990. Dos de ellas, liberadas a comienzos del año, tienen el propósito de crear nuevas alternativas de producción y empleo en una amplia zona marginal por sus suelos ácidos e infértiles, los Llanos Orientales. Los otros dos materiales están destinados a una zona yuquera tradicional, la costa atlántica, para satisfacer la demanda creciente de las plantas de secado y del mercado de yuca fresca en esa zona. Estos materiales serán liberados a mediados de 1990.

Este ha sido un proceso complementario entre el ICA y el CIAT, ya que este último hizo la selección preliminar de los genotipos entre miles de entradas incluidas en su programa de hibridación, y ambas instituciones han estado trabajando conjuntamente en investigación y en su interrelación con extensión; la transferencia de esta nueva tecnología a los agricultores está a cargo del ICA.

Colombia, como sede del CIAT, tiene la ventaja de ser el primer beneficiario de la tecnología desarrollada por el Centro y las entidades nacionales. Sin embargo, las experiencias y por lo menos algunos de los materiales genéticos desarrollados aquí pueden tener aplicación en otras áreas, teniendo en cuenta la clasificación edafoclimática de las zonas productoras de yuca en el mundo elaborada por el CIAT.

Colombia, where CIAT is headquartered, has the advantage of being the first to benefit from the new technology developed by the Center and national institutions. But the experiences and at least some of the genetic materials developed for Colombia can be applied to other regions that fall into CIAT's edaphoclimatic classification of cassava-production areas.

Clones for the North Coast

Colombia's north coast is the country's most important cassava-growing area, currently accounting for 40% of the national production. 'Venezolana' is the variety most preferred by the farmers in this region because of its yield stability and good root quality for the fresh-cassava market. However, its yield potential is intermediate and it is susceptible to such diseases as common bacterial blight, superelongation, and fungal (*Diplodia*) root rots, and to the cassava green mite (*Mononychellus tanajoa*).

In 1980, the selection of clones for this area was begun with the establishment and evaluation of a germplasm bank at Media Luna, Pivijay, which was chosen by CIAT's Cassava Program as being representative of the agroecological conditions of some of the principal cassava-growing areas around the world. Its climate is characterized by high annual temperatures (28 °C on average) and a long dry season (5 to 6 months). Soils are sandy, with low levels of nitrogen, phosphorus, and potassium.

In 1984, ICA and CIAT began joint yield trials with the most promising materials obtained from crosses between selected materials. This resulted in the selection of a group of clones that exhibited qualities regarded by farmers as important: high and stable yields, high dry-matter content, good cooking quality, adaptation to drought, and pest and disease resistance.

Clones para la Costa Atlántica

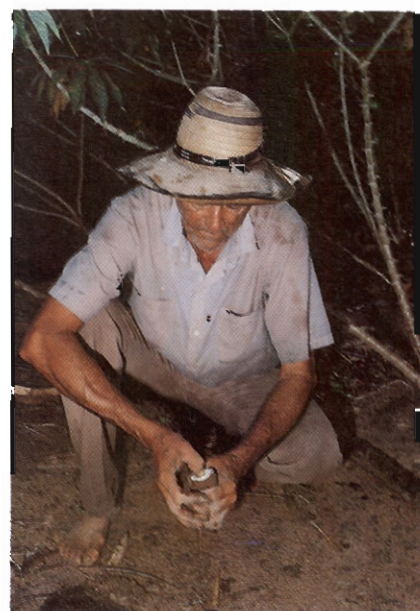
La costa norte (atlántica) de Colombia es la región yuquera más importante del país, ya que actualmente responde por el 40% de la producción nacional. Allí 'Venezolana' es la variedad regional preferida por los agricultores debido a la estabilidad de su rendimiento y a su calidad para el mercado fresco. Sin embargo, tiene un potencial de rendimiento intermedio y es susceptible a las enfermedades predominantes (bacteriosis común, superalargamiento y pudriciones por *Diplodia*) y al ácaro verde (*Mononychellus tanajoa*).

El trabajo que dio origen a los clones seleccionados para esta zona como futuras variedades se inició en 1980, con el establecimiento y evaluación de un banco de germoplasma en la región de Media Luna, corregimiento de Pivijay. Media Luna había sido escogida por el Programa de Yuca del CIAT para sus investigaciones por ser un sitio representativo de las condiciones agroecológicas de algunas de las principales áreas yuqueras del mundo. Tiene un clima determinado por temperaturas altas (28 °C en promedio) y una sequía larga (5-6 meses), y suelos arenosos, con bajos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.

En 1984 el ICA y el CIAT iniciaron conjuntamente ensayos de rendimiento con los materiales más promisorios, obtenidos de los cruzamientos entre materiales seleccionados. Esto dio como resultado la selección de un grupo de clones que cumplieran con los requisitos señalados por los agricultores como importantes: rendimiento alto y estable, alto contenido de materia seca, calidad culinaria, adaptación a la sequía, y resistencia a plagas y enfermedades.

Investigación participativa

Teniendo en cuenta experiencias según las cuales los altos rendimientos y la resistencia a plagas y enfermedades no garantizan la adopción de un material, desde 1986 se involucró a varios agricultores en la evaluación de los



1



2

1, 2 Cassava starch content is important to farmers who test it by scraping the root with the fingernail or by chewing. Farmer Leandro Pérez of La Colorado, Media Luna, Colombian north coast, demonstrates how

1, 2 El contenido de almidón en la yuca es una cualidad importante para los agricultores. Ellos la evalúan estrujando la raíz cruda con la uña o masticándola. Leandro Pérez, agricultor de La Colorado, en Media Luna, costa norte colombiana, hace la demostración.



3

Tomás Hernández, cassava grower from La Colorada, Media Luna, Colombian north coast, participates in the selection of promising clones

Tomás Hernández, cultivador de yuca en La Colorada, Media Luna, costa norte colombiana, participa en la selección de los clones promisorios.

Participatory research

Experience shows that high yields and pest and disease resistance do not guarantee adoption of a material. Since 1986, therefore, several farmers were encouraged to participate in evaluating new clones. Participatory research seeks to discover farmers' opinions on a given technological innovation, independently of researchers' assumptions, and tries to establish communication between researchers and farmers, and so increase the possibility of their adopting the innovation.

Most of the participating farmers, coming from different cassava-growing areas, are members of cassava drying plants. Many of them are accustomed to growing different materials with complementary characteristics in order to increase and stabilize their yields and hence incomes. Such experience makes them good evaluators of new genotypes (Photos 1 to 3).

Characteristics of the new clones

The two materials identified as promising, CG 1141-1 and

nuevos clones, mediante la metodología de investigación participativa. Con ésta se busca conocer lo que los agricultores piensan sobre una innovación tecnológica independientemente de los supuestos del investigador, establecer comunicación entre éste y el agricultor, e incrementar así la posibilidad de adopción.

Los agricultores participantes, distribuidos en las áreas yuqueras de la costa, son en su mayoría socios de las plantas de secado de yuca. Muchos de ellos suelen cultivar varios materiales con características complementarias entre sí, para aumentar y hacer más estables sus ingresos. Esta circunstancia los convierte en buenos evaluadores de los nuevos genotipos (Fotos 1 a 3).

Características de los nuevos clones

Los dos materiales identificados como promisorios, CG 1141-1 y CM 3306-4, aventajan a Venezolana en cuanto al rendimiento en peso fresco de las raíces comerciales (Figura 1). Ambos son resistentes a las plagas más importantes de la región, y CG 1141-1 lo es también a la enfermedad causada por *Diplodia manihotis*; esta última es una característica difícil de obtener (Cuadro, pag. 51). Los agricultores han calificado positivamente los nuevos clones para

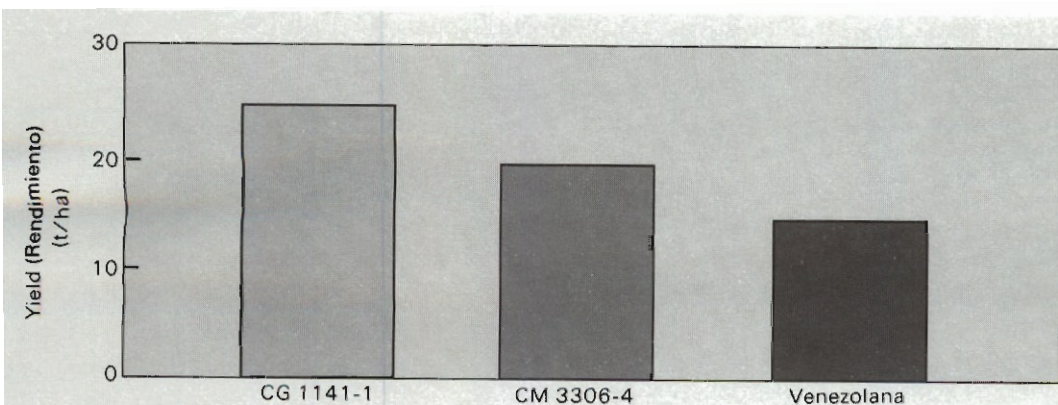


Figure 1. Comparison of average fresh-root yields of two new cassava clones evaluated at 14 locations, with those of Venezolana evaluated at six locations, Colombian north coast.

Figura 1. Comparación del promedio del rendimiento en peso fresco de las raíces de dos nuevos clones de yuca evaluados en 14 localidades, con el de Venezolana, evaluado en seis localidades en la costa atlántica colombiana.



4



5

Cassava in the Llanos: **4** Farmer Ovidio Fernández from Altos de Casibare, Puerto Lleras, has set aside 10 ha of his farm to grow cassava. "I have great hopes that production will increase. This means we will have additional income that we couldn't have before." He is currently testing clone ICA CATUMARE on his farm. **5** The first cassava drying plant in the Colombian Llanos begins operation in early 1990. José Asunción Silva, manager of the cooperative, which brings together 30 farmers, has received requests from farmers at other locations to establish more cassava-producing cooperatives.

Yuca en los Llanos: **4** Ovidio Fernández, agricultor de Altos de Casibare en Puerto Lleras, ha dispuesto 10 ha de su finca para el cultivo de la yuca. "Tengo muchas esperanzas en que se aumente la producción en esta zona. Así vamos a tener un ingreso adicional con el cual antes no contábamos". Actualmente ensaya en su finca el clon ICA CATUMARE. **5** La primera planta de secado de yuca en los Llanos Orientales iniciará operaciones a comienzos de 1990. José Asunción Silva, gerente de esta cooperativa que reúne a 30 agricultores, ha recibido solicitudes de agricultores de otras localidades para establecer más cooperativas productoras de yuca.



6

6 ICA Regional Research Center 'La Libertad' in the Colombian Llanos evaluates cassava clones for savanna and piedmont conditions.

6 El Centro Regional de Investigaciones La Libertad, del ICA, en los Llanos Orientales de Colombia, evalúa clones de yuca para las sabanas y el piedemonte.

CM 3306-4, surpass Venezolana in fresh-weight yields of commercial roots (Figure 1, page 49). Both are resistant to the most important pests in the area, and CG 1141-1 is also resistant to *Diplodia manihotis*, a difficult trait to obtain (Table). Farmers rate the two clones as highly acceptable, because they meet most of their expectations, as mentioned above.

Clones for the Llanos Orientales

Cassava has a promising future in the Colombian Llanos, considering the potential of this vast region and the availability of varieties adapted to the piedmont (1,060,000 ha) and well-drained savannas (3 to 4 million ha), therefore opening the possibility of increasing the area under cassava cultivation. Its contribution to the national production should therefore increase from the current 2.6%.

Supported by ICA and CIAT, four Colombian development organizations and the Universidad del Llano have joined efforts to promote cassava in

cumplir con la mayor parte de los requisitos señalados por ellos (enumerados anteriormente).

Clones para los Llanos Orientales

El cultivo de yuca tiene un futuro promisorio en los Llanos Orientales de Colombia, considerando el potencial de esta extensa región y el hecho de contar ahora con variedades desarrolladas para sus condiciones. De acuerdo con estudios realizados allí, la yuca se puede adaptar en el piedemonte (1,060,000 ha) y en la llanura plana bien drenada (3-4 millones ha), lo que permite esperar un aumento en el área dedicada a su cultivo y en su aporte a la producción nacional de yuca, estimado actualmente en 2.6%.

Cuatro entidades colombianas de desarrollo y la Universidad del Llano han unido sus esfuerzos para impulsar, con el apoyo del ICA y del CIAT, el cultivo de yuca en la región, buscando generar mayores ingresos para los agricultores. La proximidad a Bogotá, un gran mercado potencial para la raíz fresca y para la agroindustria, provee el principal incentivo (Fotos 4 a 6).

Reaction to pests and diseases of two new clones for the Colombian north coast, compared with materials traditional to the region, ICA Regional Research Center, El Carmen, Bolívar, 1989.

Reacción a plagas y enfermedades de dos nuevos clones para la costa atlántica de Colombia, en comparación con los materiales más aceptados en la región. Centro Regional de Investigación del ICA en El Carmen, Bolívar, 1989.

New clones and checks	Reaction ^a				<i>Diplodia</i> spp.
	Thrips	Cassava green mite (Acaro verde)	Bacterial blight (Bacteriosis)	Superelongation (Superalarga- miento)	
Clones					
CG 1141-1	R	R	I	I	R
CM 3306-4	R	R	S	I	S
Checks (Testigos)					
Manihoca P-12	I	I	I	I	R
Venezolana	I	S	S	S	S

a. R = resistant; I = intermediately resistant; S = susceptible.

the region, seeking to improve farmers' incomes. Proximity to Bogotá, a large potential market for fresh roots and agroindustrial products, provides the main incentive (Photos 4 to 6, page 50)

Development of materials

ICA and CIAT began research at the Carimagua experiment station in the Llanos in 1971 to identify materials and management practices suitable for the region. They evaluated, for direct use or as parents, around 4000 CIAT germplasm bank entries.

Parental clones were selected in savanna conditions where soils are phosphorus deficient with high aluminum content, and where pests and diseases are major problems, rainfall is high over an 8-month period, and the dry season severe.

Hybrids CM 523-7 and CM 2177-2 stood out. One of their qualities, essential for adaptation to the region, was their resistance to superelongation and bacterial blight. Hybrid CM 2177-2 also showed resistance to *Diplodia manihotis*.

With an average yield of 21 t/ha at three locations, they surpassed, by

Desarrollo de los materiales

En 1971 el ICA y el CIAT iniciaron investigaciones en la estación experimental Carimagua, buscando identificar materiales aptos y prácticas de manejo adecuadas para la región. Evaluaron, para uso directo o como progenitores, cerca de 4000 entradas del banco de germoplasma del CIAT. Los padres de los clones se seleccionaron en condiciones de altillanura, donde los suelos presentan deficiencia de fósforo y alto contenido de aluminio, y donde los principales problemas son las plagas, la alta presión de enfermedades, un invierno intenso de ocho meses y un verano muy seco.

Entre los híbridos obtenidos se destacaron CM 523-7 y CM 2177-2. Una de sus cualidades, primordial para esa región, es su resistencia al superalargamiento y a la bacteriosis; CM 2177-2 se mostró también resistente a *Diplodia manihotis*.

Con un rendimiento promedio de 21 t/ha en tres localidades, estos materiales superan en casi un 50% el rendimiento de los mejores materiales tradicionales de la región como MCol 1438 y MVen 77 (Figura 2). En 1988

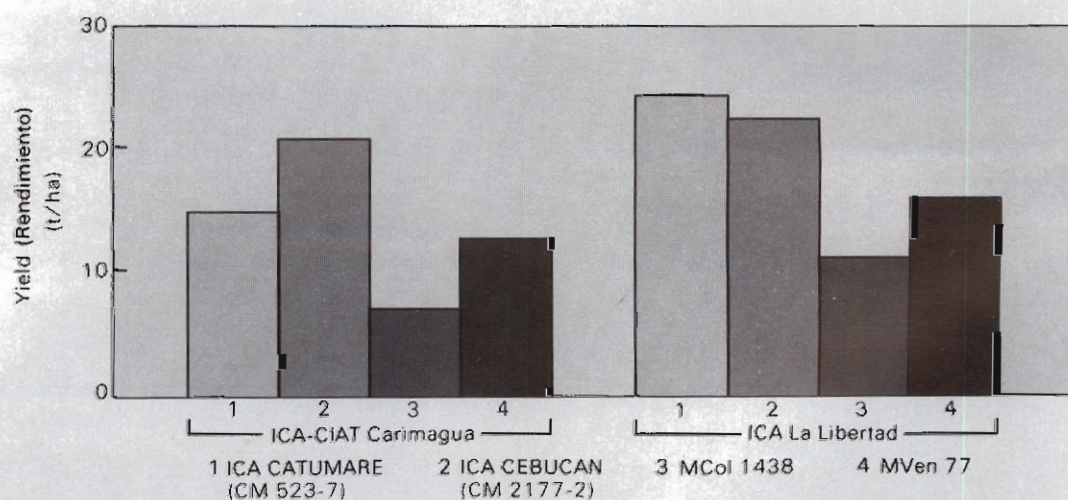
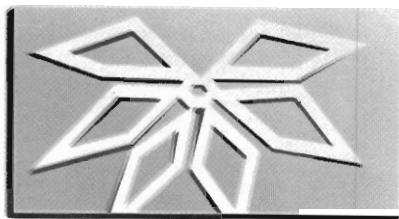


Figure 2. Average yields of two new clones compared with those of checks in different trials at two locations in the Llanos Orientales, Colombia.

Figura 2. Promedio del rendimiento de dos nuevos clones en comparación con testigos, en diferentes pruebas en dos localidades de los Llanos Orientales, Colombia.



almost 50%, the highest yielding traditional materials in the area such as MCol 1438 and MVen 77 (Figure 2). The 1988 average for the Llanos was 6.5 t/ha, according to the Ministry of Agriculture. In adverse conditions, the new materials surpassed MVen 77, both in yield and in dry-matter content, by 32%. They also have low hydrocyanic acid content, and very good culinary quality. These hybrids were recently released by ICA as varieties ICA CEBUCAN (CM 2177-2) and ICA CATUMARE (CM 523-7)

All four varieties form part of technological packages being developed for each of the two regions. Like all new materials, for their full potential to be exploited, they must be accompanied by suitable cultural and phytosanitary practices.

el promedio en los Llanos fue de 6.5 t/ha, según datos del Ministerio de Agricultura. En condiciones adversas los nuevos materiales superan a MVen 77 no sólo en rendimiento sino en su contenido de materia seca, superior al 32%. Además, tienen un bajo contenido de ácido cianhídrico, y una calidad culinaria muy buena.

Recientemente estos materiales fueron entregados por el ICA a los agricultores colombianos, como nuevas variedades con los nombres de ICA CATUMARE (CM 523-7) e ICA CEBUCAN (CM 2177-2).

Las variedades, liberadas en los Llanos Orientales y por liberar en la costa atlántica, harán parte de paquetes tecnológicos que se están desarrollando para cada región, ya que una nueva variedad sólo puede manifestar su potencial cuando se combina con adecuadas prácticas culturales y sanitarias.

Commercial Production of Cassava Seed Under Way in Colombia

En Marcha Producción Comercial de Semilla de Yuca en Colombia

Cassava drying plant cooperatives on the Colombian north coast have encouraged increased cultivation of this crop, thereby creating a demand for 'seed' which previously did not exist. ('Seed' refers to vegetative seed, or stake.) Simultaneously, in some places, especially east of the Magdalena River, the drastic decline in cassava yields over the last few years has created the need to improve seed quality as one important means of recovering or increasing production levels.

Partly because of the socioeconomic characteristics of cassava production in Colombia and partly because of the vegetative *propagation of the plant*, commercial seed production does not exist. Nor was it an attractive business for seed enterprises. Indeed, cassava producers themselves have been seed producers, but now they aim to offer a new, high-quality product: selected seed with high yield potential.

Agricultural development agencies working in the area, including the **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)**, the Integrated Rural Development Fund (DRI in Spanish),

Bajo el estímulo de las cooperativas de productores de yuca seca en la costa atlántica de Colombia, el área dedicada a este cultivo se ha incrementado, provocando una demanda de semilla que antes no existía. ('Semilla' se refiere a la semilla vegetativa o estacas.)

Simultáneamente en algunos lugares, especialmente en la margen derecha del río Magdalena, el drástico descenso en los rendimientos de la yuca en los últimos años ha creado la necesidad de mejorar la calidad de la semilla, como uno de los medios más importantes para recuperar o aumentar los niveles de producción.

Debido a las características socioeconómicas del cultivo de la yuca en ésta y otras regiones del país, y a la propagación vegetativa de la especie, en la actualidad no existe la producción comercial de semilla, ni ésta ha sido un negocio atractivo para las empresas semillistas. Esa es una función que están cumpliendo los mismos productores de yuca, pero ahora con la intención expresa de ofrecer al mercado un producto nuevo: semilla seleccionada, con alto potencial de rendimiento.

Varias entidades interesadas en el desarrollo agrícola de la región, incluidas el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Fondo de Desarrollo Rural Integrado (DRI), y el CIAT, venían persiguiendo poner en ejecución un proyecto de producción de semillas de yuca con las características indicadas arriba. Finalmente el proyecto arrancó en marzo de 1989.



1 Zenú Indians of San Andrés de Sotavento Reservation, Escobararriba, Sincelejo, Colombian north coast, expressed their interest in the seed project: "This year we learned for the first time about cassava seed.... They [ICA people] came here, and we are following their footsteps... and we see that this matter is going well.... The seed plot is for everyone."

1 En la vereda Escobararriba, Sincelejo, costa norte colombiana, miembros del resguardo indígena Zenú de San Andrés de Sotavento expresaron su interés en el proyecto de semilla: "El verdadero arranque en el conocimiento de la semilla de yuca fue este año.... Ellos [los del ICA] vinieron acá donde nosotros y les estamos siguiendo los pasos... y estamos viendo que la cuestión va bien.... La parcela de producción de semilla es para todos".

and CIAT, had been striving to set up a project with the above objectives under the responsibility of cassava growers in the Colombian north coast. The project finally took off in March 1989.

Pilot Projects

Because cassava seed supply was variable throughout the region and there were few resources and little experience for a production project at the regional level, it was decided to begin on a small scale, with pilot projects. Four were established, centered around cassava drying plants and under the responsibility of the respective farmers' cooperatives. The idea was to benefit from the advantages offered by those cooperatives, in particular from the emerging entrepreneurial organization and capabilities among members. An attempt was also made to select sites that were affected by decreasing cassava yields and phytosanitary problems and yet offered possibilities for improvement through the adoption of technological packages that included good-quality seed (Photo 1).

A 'letter of agreement' to produce and distribute improved cassava seed throughout the Colombian north coast was signed by representatives of each cooperative, ICA, and CIAT. The 'letter' gave legal status to the project and spelled out the responsibilities of each party, which were as follows: the cooperative contributes the land, soil preparation, and labor for all operations, including postharvest preparations for sale; it also assigns a person to supervise and coordinate the different tasks, and to provide the necessary vigilance. ICA and CIAT's Seed Units are responsible for supplying inputs, basic seed to begin the project, and quality control during the production process.

The cooperative owns the roots and seed produced, but can only harvest when, in accordance with ICA and

Proyectos Piloto

Puesto que el problema de la semilla de yuca no era idéntico en toda la región, y había pocos recursos y experiencias para un proyecto de producción a nivel regional, se inició esta actividad a pequeña escala, mediante proyectos piloto. Se establecieron cuatro, en el área de influencia de las plantas de secado de yuca existentes, y bajo la responsabilidad de las respectivas cooperativas de agricultores y procesadores de la raíz, con el fin de aprovechar algunas de sus ventajas, entre ellas la organización y la capacidad empresarial que los socios han desarrollado. También se procuró seleccionar sitios donde los rendimientos decrecientes de la yuca evidenciaban problemas fitosanitarios, y que éstos fueran susceptibles de mejorar mediante un paquete tecnológico con el uso de semilla de buena calidad como uno de sus componentes (Foto 1).

Una 'carta de compromiso técnico para la producción y distribución de semilla mejorada de yuca en la costa norte de Colombia', firmada por representantes de la respectiva cooperativa, del ICA y del CIAT, proveyó cierta forma legal al proyecto en cada caso. También dejó expresas las responsabilidades de las partes. Así, la cooperativa aporta la parcela, la preparación del suelo y la mano de obra para todas las prácticas que se requieran, incluidas las de poscosecha; también debe designar una persona para la supervisión y coordinación de las diferentes labores, y proveer la vigilancia necesaria. Las Unidades de Semillas del ICA y del CIAT se responsabilizan del suministro de la semilla básica para iniciar el proyecto y de los insumos, como también de la garantía de calidad durante el proceso de producción.

La cooperativa es la dueña de la producción de raíces y semillas, pero sólo podrá cosechar la parcela cuando, de acuerdo con el ICA y el CIAT, sea oportuno para obtener la semilla (aproximadamente un mes antes de las lluvias) cori destino a la próxima siembra. Una vez preparadas y vendidas las estacas o 'cangres', al precio de costo para los socios, la cooperativa podrá disponer de las raíces, las cuales



2

Recommended practices to obtain good-quality stakes: **2, 3** At planting, cassava stems are cut and dipped in an insecticide-fungicide solution. Farmer Daniel Díaz from Algarrobo, Chinú district, Córdoba, Colombian north coast, demonstrates. **4** Storing stems vertically is critical to good cassava 'seed' production. It helps prevent drying and bud sprouting.

Prácticas recomendadas para obtener estacas de buena calidad: **2, 3** Llegado el momento de la siembra se cortan las estacas de yuca y se sumergen en una solución insecticida-fungicida; lo demuestra el agricultor Daniel Díaz, de la vereda Algarrobo en Chinú, Córdoba, costa norte colombiana. **4** Almacenar los tallos en posición vertical es clave en el proceso de producción de semilla vegetativa de yuca. Así se contrarrestan la deshidratación y la brotación de los tallos.



3



4

CIAT, it is time to obtain seed (about one month before the rains) for the next planting. Once stakes are prepared and sold, at cost to members, the cooperative may dispose of the roots, which, in practice, are a byproduct of seed production. Income received by the cooperative from both seed and roots goes to financing new seed plots through a revolving fund created by the cooperative.

Technology Being Applied

The project had a simple beginning. At first, healthy and well-developed stems from traditional varieties were purchased from two fields and used as seed. Currently, CIAT's Seed Unit is collaborating with ICA to accelerate multiplication of those varieties and of three hybrids (to be released by ICA) for the pilot projects' next planting cycle (see "New Cassava Varieties for Colombia," page 47).

The technology emphasizes the selection of healthy, highly producing mother plants. Although technology transfer agencies and many farmers are aware of the importance of these factors, farmers have not always taken them into account in selecting cassava stems; nor have they been given this information.

Other basic production aspects are adequate soil preparation; treating stems with insecticides and fungicides in variable mixes according to site; maintaining fields free of weeds during early crop growth; and fertilizing wherever necessary. Harvesting is to be done just before planting to avoid prolonged seed storage. These practices result in good-quality stakes and in their availability as needed (Photos 2 to 4).

Prospects

The success of the ICA-DRI-CIAT project depends on the demand for and acceptance of selected cassava seed by farmers. Traditionally,

constituyen, en la práctica, un subproducto de la producción de semillas. Los ingresos para la cooperativa por ambos conceptos se destinarán exclusivamente a la financiación de nuevas parcelas de semilla, por medio del fondo rotatorio creado por la cooperativa.

La Tecnología en Aplicación

El proyecto tuvo un comienzo simple. Inicialmente se usaron como semillas estacas de variedades tradicionales en la región compradas en dos lotes que presentaban las mejores condiciones de sanidad y desarrollo. En la actualidad las Unidades de Semillas del CIAT y el ICA están multiplicando aceleradamente estas variedades y tres híbridos, que la última entidad liberará próximamente, a fin de suministrarlos a los proyectos piloto para el siguiente ciclo de siembra (ver "Nuevas Variedades de Yuca para Colombia", pag. 47).

La tecnología se está orientando hacia la selección de plantas madres visualmente sanas y de alta producción. Si bien las instituciones responsables de la difusión de tecnología y muchos agricultores eran conscientes de su importancia, los agricultores no siempre hacían selección de las estacas, ni recibían orientación al respecto.

Otros aspectos básicos en el manejo de las estacas son: su tratamiento con una mezcla de insecticidas y fungicidas, la cual varía según el sitio; la adecuada preparación del suelo; el mantenimiento de los campos libres de malezas durante los primeros meses; y la fertilización donde sea necesaria. La cosecha se hará poco antes de la época de siembra, para evitar el almacenamiento prolongado de la semilla. Este conjunto de prácticas permite obtener estacas de buena calidad y asegurar su disponibilidad oportuna (Fotos 2 a 4).

Perspectivas del Proyecto

El éxito del proyecto ICA-DRI-CIAT de producción de semilla seleccionada de yuca depende de su demanda y aceptación por parte de los agricultores. Tradicionalmente, éstos han sacado la

farmers have used seed from their own plots or obtained it free from friends and relatives. Only rarely have they had to buy it.

On the north coast, demand for cassava seed is determined by scarcity at some locations—because of crop expansion, or because of difficulty in storing stems when harvested early. At other locations, poor-quality seed is another factor.

Although the project may be able to offer solutions to both of the above problems, its commercial success will depend on not only producing good-quality seed in sufficient quantity, but also at the right time and place, and at reasonable prices. Farmer organizations and simple technologies are making this possible.

semilla de sus propios cultivos, o la han obtenido gratuitamente de sus familiares y amigos; sólo en pocos casos han tenido que comprarla.

En la costa atlántica la demanda de semilla de yuca tiene dos facetas: a) la escasez en algunas localidades, como resultado de la expansión de los cultivos o por la dificultad para almacenar las estacas cuando se cosecha tempranamente; b) la mala calidad de las semillas en otras localidades.

El proyecto puede ofrecer soluciones en ambos sentidos, pero su éxito comercial dependerá de que pueda producir la semilla en cantidad suficiente y de buena calidad, en el sitio adecuado, en el momento oportuno, y a un precio razonable. Los agricultores organizados y las tecnologías sencillas están logrando estos propósitos.

Successful Research Triad in Indonesia

Exitosa Tríada de Investigación en Indonesia

In Indonesia, the collaboration among a national research institution, an agroindustrial company, and CIAT's Thailand-based Regional Cassava Program has resulted in the development of an outstanding cassava variety, 'Adira 4', which is already being grown on more than 10,000 ha, particularly on the big plantations of Sumatra (Photo 1, page 60).

In 1982, the Bogor Research Institute for Food Crops (BORIF), of the Agency for Agricultural Research and Development (AARD), and Umas Jaya Farm, a private plantation in Lampung, Sumatra, began an evaluation of locally produced hybrids. The variety Adira 4 was selected for its starch production and was released in 1986 by the Indonesian government. At Umas Jaya, Adira 4 outyielded the best local materials by 30%. The collaborating institutions are now distributing this variety gratis to small farmers' cooperatives in Sumatra, Java, and the Outer Islands of Indonesia. A new generation of hybrids is now being evaluated, beginning with the introduction from CIAT in 1983 of 4600 hybrids from 80 crosses (Photo 2, page 60)

La colaboración entre una institución nacional de investigación en Indonesia, una agroindustria de ese país, y el Programa Regional de Yuca del CIAT con sede en Tailandia, ha dado como resultado una sobresaliente variedad de yuca, 'Adira 4', que ya se encuentra sembrada en más de 10,000 ha, principalmente en grandes plantaciones en Sumatra (Foto 1, pag. 60).

En 1982, el Instituto de Investigación en Cultivos Alimenticios de Bogor (BORIF), perteneciente a la Agencia para la Investigación y Desarrollo Agrícolas (AARD), y la granja Umas Jaya, una plantación privada en Lampung, Sumatra, iniciaron la evaluación de híbridos producidos localmente. La variedad Adira 4 fue seleccionada por su producción de almidón y liberada en 1986 por el gobierno indonesio. En Umas Jaya, los rendimientos de Adira 4 superaron en 30% los de las variedades locales. Ahora las entidades colaboradoras están llevando gratuitamente la variedad a pequeños productores pertenecientes a cooperativas en Sumatra, Java y las islas



1

Cassava in Lampung, Indonesia: **1** Plantation of Adira 4. **2** Harvesting CIAT clones.

Yuca en Lampung, Indonesia: **1** Plantación de Adira 4. **2** Cosecha de clones procedentes del CIAT.



2

Cassava in Indonesia

Cassava has been grown in Indonesia since colonial times. Its importance as a staple food is considerable: it is the second source of calories after rice in the Indonesian diet. It is eaten fresh; as dried chips known as 'gaplek'; or as biscuits called 'krupuk', which are more popular among urban consumers.

For the poorest strata of the population, cassava plays a key role. Should their incomes increase, their cassava consumption also increases, but only to a certain level. Higher income groups, however, reduce their cassava consumption as their revenues increase. Therefore, any increased cassava production will favor the poor, a fact recognized by the Indonesian government in its promotion of the crop.

Small and big cassava producers coexist harmoniously in Indonesia, using complex production systems that range from associations with upland rice, maize, peanuts, and soybeans, to monocropping. Plantations, a traditional system, are well developed in Java, Sumatra, and the Outer Islands. In Lampung, Sumatra, numerous cassava plantations have sprung up, usually with their own starch plant.

Umas Jaya is one of these plantations, and is the biggest and most successful in Indonesia. It comprises 13,000 ha, 3000 of which are planted in cassava, and employs 8000 laborers. "Umas Jaya has turned cassava cropping into a more profitable activity," says Kazuo Kawano, a Cassava Program breeder stationed in Thailand. "Its starch plant not only processes its own production but also that of many small growers. Forty percent of the plant's raw material is purchased from external suppliers. The farm also has its own research team who collaborates with the national program and with CIAT. Their research results are available to any cassava grower who needs them."

menores. Una nueva generación de híbridos está en evaluación a partir de la introducción del CIAT en 1983 de 4600 híbridos de 80 cruces (Foto 2).

La Yuca en Indonesia

La yuca se cultiva en Indonesia desde tiempos coloniales. Su importancia como alimento es considerable ya que es la segunda fuente de calorías, después del arroz, base de la alimentación en Indonesia. Se consume fresca, en trozos secos llamados 'gaplek', y en forma de galletas, o 'krupuk'; este último es más popular entre los consumidores urbanos.

En los estratos más pobres de la población la yuca juega un papel primordial. Su consumo aumenta hasta cierto punto entre éstos, al aumentar su poder adquisitivo, pero disminuye entre los estratos de mayores recursos al aumentar sus ingresos. Por ello el impacto de una mayor producción de yuca favorece a los pobres, razón por la cual el gobierno está promoviendo su cultivo.

En Indonesia coexisten armoniosamente pequeños y grandes productores de yuca en complejos sistemas de producción, que van desde la asociación con arroz de secano, maíz, maní y soya, hasta su monocultivo. Las plantaciones, un sistema tradicional, se hallan muy desarrolladas en Java, Sumatra y las islas menores. En Lampung, Sumatra, han surgido numerosas plantaciones de yuca, generalmente con su propia planta de almidón.

Umas Jaya, una de estas plantaciones, es la mayor y más exitosa de Indonesia, con 8000 trabajadores y 13,000 ha, de las cuales 3000 están sembradas en yuca. "Umas Jaya ha convertido la yuca en una actividad más lucrativa", dice Kazuo Kawano, fitomejorador del Programa de Yuca del CIAT, con sede en Tailandia. "Su planta de almidón no sólo procesa la producción de la plantación sino la de numerosos pequeños productores. El 40% de su materia prima es comprada a proveedores externos. La granja cuenta con su propio equipo de investigadores que colaboran con el programa nacional y con el CIAT. Los resultados de la investigación en Umas Jaya están a

Varietal Improvement

In eastern Java, the driest region of the country, investigators from the research triad have evaluated more than 3000 cassava hybrids, 60 of which came from Umas Jaya. Among the local materials, the best cultivar was 'Faroka', with yields comparable to those of Adira 4 in many areas

Three clones selected from CIAT germplasm, CM 3380-10UJ/BU, CM 3962-2UJ/BU, and CM 3997-8UJ/BU, produced higher yields than either Faroka or Adira 4 (Table 1). At Umas Jaya, the outstanding clones are CM 4031-10UJ and CM 4049-2UJ. Because of their yellow parenchyma, or flesh, however, they have not been widely adopted. Recent trials have identified other clones, some from crosses with Brazilian materials, with comparable yields but with white instead of yellow flesh (Table 2).

disposición de los yuqueros que los necesiten".

Mejoramiento Varietal

En el oriente de Java, la región más seca del país, los investigadores de la tríada colaborativa han evaluado más de 3000 híbridos de yuca, entre ellos 60 de Umas Jaya. Entre los materiales locales, el mejor cultivar fue 'Faroka', con rendimientos comparables a los de Adira 4 en varias localidades.

Tres clones seleccionados del germoplasma del CIAT, CM 3380-10UJ/BU, CM 3962-2UJ/BU y CM 3997-8UJ/BU, han superado en rendimientos a los antes nombrados (Cuadro 1). En Umas Jaya se destacan los clones CM 4031-10UJ y CM 4049-2UJ. Sin embargo, por el color amarillento de su parénquima o pulpa no han sido adoptados. En los últimos ensayos se han identificado otros con rendimientos comparables y sin el

Table 1. Results of on-farm trials, conducted at five locations in eastern Java, Indonesia, 1988-1989.

Cuadro 1. Resultado de ensayos en finca en cinco sitios en el oriente de Java, Indonesia, 1988-1989.

Clone	Parents	Dry root yields (Rendimiento de raíces secas) (t/ha)					Average yield (Rend. prom.) (t/ha)
		Madura	Tarokan	Kandat	Kalipare	Jotikerto	
CM 3997-8UJ/BU	CM 681-2 x CM 849-1	10	11	15	13		12
CM 3962-2UJ/BU	M Col 22 x CM 849-1	12	12		12	13	12
CM 3380-10UJ/BU	CM 586-1 x CM 523-7	8	11		13	15	12
Adira 4		8	12	13	11	12	11
Faroka		7	10	13	12	12	11
Local		5	10	10	7		8

Realizing Cassava's Potential

Cassava in Indonesia represents, in many ways, the ideal crop: it can be incorporated into numerous cropping systems, under diverse agroclimatic conditions; it is edible in many forms, and can be processed into various kinds of products.

Such a realization of cassava's potential has been facilitated by rapid development in the country's transportation infrastructure, thereby widening the market for cassava and its products.

Equally satisfying is the significant role played by collaborative research among the national and international research institutions and the private sector. This model of collaboration continues to bring significant results which benefit big and small producers and low-income consumers.

problema del color, algunos de ellos provenientes de cruces con progenitores brasileños (Cuadro 2).

Potencial de la Yuca

La yuca en Indonesia representa en muchos aspectos la forma ideal de desarrollo de un cultivo: hace parte de una amplia diversidad de sistemas agrícolas en una igualmente amplia diversidad de condiciones agroclimáticas, y se consume y utiliza en muchas formas y productos. Esta realización del potencial de la raíz ha sido propiciada por el rápido desarrollo de la infraestructura de transporte en el país, que facilita su mercadeo.

Dentro de ese panorama favorable sobresale la investigación colaborativa entre las instituciones nacional, internacional y el sector privado. Este modelo de colaboración continúa brindando resultados significativos que favorecen por igual a grandes y pequeños productores y a consumidores de escasos recursos.

Table 2. Results of advanced yield trials at Umas Jaya Farm, Lampung, Indonesia, 1988-1989.

Cuadro 2. Resultado de ensayos avanzados de rendimiento en la granja Umas Jaya, Lampung, Indonesia, 1988-1989.

Clone	Parents	Dry yield (Rend. seco) (t/ha)	RDMC ^a (%)	Root flesh color ^b (Color pulpa)
CM 4037-10UJ	CM 922-2 x CM 507-37	16	39	Y
SM 566-15UJ	M Bra 35	15	35	W
SM 564-5UJ	M Bra 5	15	38	Y
SM 564-9UJ	M Bra 5	15	37	W
SM 554-3UJ	CM 681-2	14	35	W
SM 564-15UJ	M Bra 5	14	37	W
SM 566-8UJ	M Bra 35	14	36	W
CM 4049-2UJ	CM 1013-19 x CM 849-1	14	37	Y
Adira 4		13	37	W
Kretek (Local control)		11	33	W
SM 582-2UJ	CM 2087-101	10	30	W

a. Root dry-matter content. (Contenido de materia seca de la raíz.)

b. Y, yellow; W, white. (Color de la pulpa: Y, amarillo; W, blanco.)

Cassava Root Rots: Progress in Their Control

Pudriciones Radicales de la Yuca: Progresos en su Control

Control of root rots—one of the most important cassava diseases—is now within the reach of farmers. The Pathology section of CIAT's Cassava Program has shown that the effect of root rots can be counteracted and significant yield increases can be obtained by integrating the use of resistant clones, adequate cultural practices, and chemical treatment of stakes before planting.

In the last few years, the incidence of root rots has increased considerably for several reasons: continuous planting of cassava in the same terrain; lack of preventive cultural practices such as adequate drainage systems, and planting on ridges; expansion of cultivation to infested terrains; and use of infested planting materials (stakes) in areas that had previously been free of root rots (Photos 1 and 2).

Controlling these diseases is difficult, especially for cassava, the causative microorganisms are diverse (36 fungi, 4 bacteria, and one *Phytophthora* species); their survival capacity is high; and many of them are able to affect other plant species, including crops grown in rotation or in association with cassava, and weeds.

El control de las pudriciones radicales —una de las más importantes enfermedades de la yuca— está ahora al alcance de los agricultores. Las investigaciones y observaciones de la sección de Patología del Programa de Yuca del CIAT demuestran que, integrando el uso de clones resistentes con prácticas culturales adecuadas y tratamiento químico a las estacas antes de su siembra, es posible contrarrestar el efecto de las pudriciones radicales y obtener aumentos importantes en los rendimientos.

Durante los últimos años, las pudriciones radicales se han incrementado considerablemente por varias causas: la siembra continua de la yuca en el mismo terreno; la falta de prácticas culturales que prevengan su incidencia, como son los sistemas de drenaje adecuados, y la siembra en caballones; la expansión del cultivo a terrenos infestados; y la distribución de estacas de mala calidad sanitaria a regiones antes libres de estos problemas patológicos (Fotos 1 y 2).

El control de estas enfermedades es difícil, especialmente en el caso de la yuca. Las razones son: la diversidad de microorganismos que las causan (36 especies de hongos, 4 de bacterias, y una especie de fitomonas); la gran capacidad de supervivencia que tienen algunos de los patógenos; y la capacidad de muchos de ellos para afectar también a otras especies de plantas, incluidas las que se cultivan en rotación o en asociación con yuca, y las malezas.

Los agentes más importantes de las pudriciones radicales en yuca son hongos pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Diplodia* y especialmente *Phytophthora*. Dentro de este género, *P. erythroseptica*, *P. cryptogea* y *P. drechsleri* habían sido



1



2

1, 2 Aerial parts and roots of a cassava plant affected by root rots

1, 2 Parte aérea y raíces de una planta de yuca afectada de pudrición radical.

The most important agents of cassava root rots are fungi belonging to the genera *Fusarium*, *Diplodia*, and, especially, *Phytophthora*. Within the last genus, *P. erythroseptica*, *P. cryptogea*, and *P. drechsleri* have been recorded as important species. In 1989, the Cassava Program found that *P. nicotianae* var. *nicotianae* can also cause severe damage in some cassava plantations in Colombia.

External Factors Affecting Root-Rot Incidence

CIAT has studied the effect of several factors on root-rot incidence such as the presence of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi in the soil, flooding, weed control methods, crop rotation, and fallow.

Some researchers report that VAMs may favor root rots in pathogen-infested soils, while others record opposite effects. The Cassava Program found that the VAM *Glomus manihotis* stimulates the plant's root system to grow, and favors a balance between phosphorus and the accumulation of lignin in the roots. These two factors provide the plant with a mechanical barrier against the pathogen *P. nicotianae* var. *nicotianae*.

However, in the presence of soil pathogens such as *P. nicotianae* var. *nicotianae*, clones tolerant to flooding lose this characteristic. This is because the fungus affects the entire root system and prevents the operation of the plant's defense mechanism against waterlogging (or flooding), which is to grow adventitious roots from the unflooded base of the stem.

It has also been observed that some weed control methods favor root rots in certain types of soils. In soils rich in organic matter and with high microbial activity, methods causing root injury should be avoided; in this case, weeds should be controlled, firstly, with preemergent herbicides, and, subsequently, with manual weeding.

registradas como especies importantes. En 1989 el Programa de Yuca encontró que *P. nicotianae* var. *nicotianae* es también un patógeno que causa daños severos en algunas plantaciones de yuca en Colombia.

Factores Externos que Inciden en las Pudriciones

El CIAT ha estudiado el efecto de varios factores sobre la incidencia de las pudriciones radicales. Entre ellos están la presencia en el suelo de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVA), las inundaciones, el uso de diferentes métodos para el control de malezas, y la rotación de cultivos o el descanso del suelo (barbecho).

Algunos investigadores han informado que en suelos infestados de patógenos, los MVA pueden favorecer las pudriciones radicales, mientras otros registran efectos contrarios. El Programa de Yuca encontró que el MVA *Glomus manihotis* provee a la planta de cierta barrera mecánica contra el patógeno *P. nicotianae* var. *nicotianae*, al incrementar el sistema radical de la misma y favorecer en él un balance entre el fósforo y la acumulación de lignina.

Por otra parte, se ha encontrado que, en presencia de patógenos del suelo como *P. nicotianae* var. *nicotianae*, los clones tolerantes a las inundaciones pierden esta característica. Eso se debe a que el hongo invade todo el sistema radical, impidiendo que la planta use su mecanismo de defensa contra la inundación, que es la producción de raíces adventicias en la base del tallo no cubierta por el agua.

También se ha observado que el sistema de control de las malezas incide en las pudriciones radicales, según el tipo del suelo donde se cultiva la yuca. En suelos ricos en materia orgánica, con gran actividad microbiana, se deben evitar métodos que puedan causar heridas a las raíces. Las malezas se deben controlar inicialmente con herbicidas preemergentes y después con desyerba manual, evitando siempre herir las raíces de la yuca.

La siembra continua de yuca en el mismo terreno tiende a incrementar las poblaciones microbianas del suelo,

Continuous planting of cassava in the same terrain tends to increase soil microbial populations, especially those of crop-compatible pathogens. The most appropriate preventive practice is rotation with crops not susceptible to the pathogens, such as maize, sorghum, or rice. Beans, cowpea, sesame, or cotton, however, are not recommended. CIAT suggests rotation whenever root rots attack more than 3% of the crop.

Fallow is very effective in reducing cassava root rots. It benefits poor, sandy soils because it not only decreases pathogen populations, but it also increases organic matter content. For soils rich in organic matter, however, fallow is not so effective because some weeds are pathogen-susceptible and maintain, and even increase, pathogen populations.

Regional Technological Packages

The complexity and number of agents causing root rots, as well as the variability of edaphoclimatic conditions in cassava-growing regions, require specific production systems designed for each ecological zone. The Cassava Program is currently working in different ecosystems and has developed technological packages, or production systems, which are being validated, at farm level, for the Brazilian várzea regions near Manaus and for the Media Luna region on the Colombian north coast.

The várzeas are regions that are floodable or have a high water table; they are located along river banks in the Amazon basin and are characterized by alluvial, fertile, and close-to-neutral soils. When first planted with cassava, they yielded 20 t/ha during a 6-month period. In 1983, an outbreak of root rot caused by *P. drechsleri* and *F. solani* produced losses of about 60% in almost 83,000 ha of cassava. The CPAA (Centro de Pesquisa

especialmente de patógenos compatibles con el cultivo. La práctica más apropiada para evitar este incremento es la rotación con cultivos que no sean susceptibles a patógenos, tales como maíz, sorgo o arroz. No se recomiendan el frijol, el caupí, el ajonjolí o el algodón. Estudios realizados en el CIAT sugieren hacer rotación cuando se observe un porcentaje de pudrición superior al 3%.

El descanso del terreno (barbecho) ha mostrado ser muy efectivo para disminuir las pudriciones radicales en yuca. Es una práctica que parece ser mucho más benéfica en suelos pobres y arenosos, pues no sólo disminuye la población del patógeno sino que incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo. En suelos ricos en materia orgánica no ha resultado tan eficiente, pues algunas especies de malezas que son susceptibles a los patógenos de la yuca pueden mantener, e inclusive aumentar, la población de los mismos.

Paquetes Tecnológicos para Diferentes Regiones

La complejidad y el número de agentes causantes de las pudriciones radicales, así como la variabilidad de las condiciones edafoclimáticas en las regiones donde se cultiva la yuca, hacen necesario el diseño de sistemas de producción específicos para cada zona ecológica. Con este propósito, el Programa de Yuca está trabajando en diferentes ecosistemas y actualmente tiene en etapa de validación, a nivel de agricultores, un paquete o sistema de producción específico para las zonas várzeas (en Manaus, Brasil) y otro para Media Luna (en la costa atlántica colombiana).

Las várzeas, regiones brasileñas inundables o de alto nivel freático, localizadas en las riberas de los ríos de la cuenca amazónica, con suelos aluviales, fértiles y aproximadamente neutros, producían inicialmente rendimientos semestrales de 20 t/ha de yuca. En 1983 un brote de pudrición radical, ocasionado por *P. drechsleri* y *F. solani*, produjo pérdidas de alrededor de 60% en casi 83,000 ha de yuca. Un proyecto de investigación entre el CPAA (Centro de

Agroforestal da Amazônia) at Manaus, the CNPMF (Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura), and CIAT carried out a research project in which they designed a technological production system for the region (Photos 3 to 6, page 68). Using the most resistant clone, they obtained yields of about 30 t/ha for a six-month period; whereas, under the traditional cropping system, yields were 6.5 t/ha in the same period (Table 1).

The production system for the várzeas emphasizes the use of resistant materials, crop rotation, and drainage. It includes the clones IB-186, IB-175, and IB-158, which were developed partly with CIAT's cooperation. These clones are resistant to *P. drechsleri* and *F. solani*; high yielding and early (22 t/ha in 6 months); and characterized by a yellowish pulp, important in 'farinha', or flour, production. They are currently being multiplied in bulk for delivery to farmers in early 1990.

Pesquisa Agroforestal da Amazônia) de Manaus, el CNPMF (Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura) y el CIAT, culminó en el diseño de un sistema de producción (Fotos 3 a 6, pag. 68). Con éste se han obtenido rendimientos cercanos a las 30 t/ha/semestre usando del clon más resistente entre los probados, a pesar de que su producción es apenas de 6.5 t/ha/semestre bajo el sistema de cultivo tradicional (Cuadro 1).

El sistema de producción para las várzeas hace énfasis en el uso de materiales resistentes, la rotación de cultivos y la construcción de drenajes. Incluye los clones IB-186, IB-175 e IB-158, desarrollados parcialmente en cooperación con el CIAT. Estos clones son resistentes a *P. drechsleri* y a *F. solani*; tienen alto rendimiento y precocidad (22 t/ha en 6 meses), y color amarillento en su pulpa, un factor valioso para la producción de 'farinha'. Actualmente estos clones se están multiplicando en forma masiva para su entrega a los agricultores a comienzos de 1990.

Table 1. Cumulative effect of several cultural practices on cassava yields in a Brazilian várzea region. Manaus, Brazil.

Cuadro 1. Efecto acumulativo de varias prácticas culturales en los rendimientos de yuca en región de várzea. Manaus, Brasil.

Cultural practice	Yield (Rendimiento) (t/ha)	
	Tolerant clone ^a	Susceptible clones ^a (average) (prom.)
Traditional planting	6.5 ^b	0.1
Rotation with maize or rice	16.0	5.0
Drainage, and planting on ridges (caballones)	22.5	8.0
Selection of stakes	24.5	5.5
Treatment of stakes ^c	29.3	6.5
Integrated system of the above practices (Sistema integrado con prácticas precedentes)	29.3	7.3

a. One tolerant clone and 15 susceptible to root rots caused by *Phytophthora drechsleri* and *Fusarium* spp.
(Un clon tolerante y 15 susceptibles a pudriciones por *Phytophthora drechsleri* y *Fusarium* spp.)

b. Average of plots with 20 plants and 4 replications.
(Promedio de lotes de 20 plantas y 4 repeticiones.)

c. With fosetyl Al (80%) at the rate of 2 g/kg.



3



4

3, 4 In a CPAA/CIAT variety evaluation field, Manaus, Brazil, the well-developed resistant materials (above) contrast with the poorly developed susceptible ones (below). **5, 6** Jackson Bacelar, CPAA agronomist, shows the roots of a healthy plant (above) and of a diseased plant (below).

3, 4 En un campo de evaluación de variedades CPAA/CIAT, en Manaus, Brasil, el buen desarrollo de los materiales resistentes (arriba) contrasta con el desarrollo deficiente de los susceptibles (abajo). **5, 6** Jackson Bacelar, agrónomo de CPAA, muestra las raíces de una planta sana (arriba) y de una planta afectada (abajo).



5



6

According to CIAT's edaphoclimatic classification system, Media Luna in Colombia represents one of the world's principal cassava-producing ecosystems. However, because of soil exhaustion through continuous planting of cassava and no inputs, and because of accumulation of the soil pathogens *D. manihotis* and *F. oxysporum*, yields at Media Luna have decreased from 20 t/ha/year a few years ago, to the present 3-4 t/ha/year. The production system being tested for this region emphasizes fallow and treatment of stakes, and has yielded two and a half to five times as much as the traditional systems. At the same time, the production of planting materials has increased (Table 2).

CIAT's research demonstrates that integrating genetic and cultural controls and chemical treatment of stakes results in an excellent and economical control of root rots. Future emphasis will be given to the study of interactions between clones and management practices, so to improve further the control of pathological problems, and thereby raise productivity.

Media Luna, en Colombia, según la clasificación edafoclimática propuesta por el CIAT, representa uno de los principales ecosistemas productores de yuca en el mundo. Allí los rendimientos anuales descendieron de 20 t/ha, hace algunos años, a 3-4 t/ha actualmente. Entre los varios factores causantes estaban el agotamiento del suelo por efecto de la siembra consecutiva de yuca sin aplicarle ningún insumo, y la acumulación de patógenos del suelo (*D. manihotis* y *F. oxysporum*). El sistema diseñado para esta región, con énfasis en el descanso de los lotes y en el tratamiento de las estacas, ha permitido obtener a nivel experimental rendimientos dos y media a cinco veces superiores a los actuales, y a la vez aumentar el material de siembra (Cuadro 2).

Las investigaciones adelantadas por el CIAT demuestran que, mediante la integración de los controles genético, cultural y químico (tratamiento de las estacas), es posible obtener un excelente y económico control de las pudriciones radicales. El énfasis futuro estará en el estudio de las interacciones entre los clones y las prácticas de manejo, buscando un control cada vez más eficiente de estos problemas patológicos, y una mayor productividad.

Table 2. Comparison of cassava yields under technologically designed and traditional production systems. Media Luna, Colombia

Cuadro 2. Comparación de rendimientos bajo un sistema de producción con tecnología y el sistema tradicional. Media Luna, Colombia.

Production system and clones ^a used	Fresh roots (Raíces frescas) (t/ha)	Stakes	
		Quantity (no./ha)	Establishment (%)
Technologically designed system			
M Col 1505 (t)	19	77,600	97
M Col 2216 (t)	12	58,800	84
M Col 2215 (s)	10	42,000	84
Traditional system ^b	4	7,300	73

a. t = tolerant clone; s = susceptible clone; two tolerant and one susceptible clone were used. (Dos clones tolerantes y uno susceptible fueron empleados.)

b. Using a mixture of clones, including the three used in the technologically designed production system. (Mezcla de clones, incluidos los empleados en el sistema con tecnología.)

Cassava for the Future: Potential Contributions of the Biotechnology Network

La Yuca del Futuro: Contribución Potencial de la Red de Biotecnología

In the near future, advanced research will offer the farmer several alternatives. These include planting cassava commercially by using true seed; selecting among sweet cassava with non-cyanogenic roots and among starch-producing varieties for specific purposes; and maintaining high root yields by growing virus- and insect-resistant varieties. Paving the way to those alternatives are an increasing knowledge of basic biochemical and genetic mechanisms, and technological developments for growing cassava plants from cell cultures and for manipulating the genetic makeup of the cassava plant.

How will such progress be attained? The answer lies in the Cassava Biotechnology Network, which was created by agreement among scientists in September 1988 at a meeting convened by CIAT and the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) (Photo 1). Researchers who share in this agreement work mostly in the developed world. There, the advanced infrastructure for basic biological and biotechnological research can be applied to solve certain problems in cassava that are unlikely to be solved through traditional methods.

"There is mutual benefit," comments Clair Hershey, plant breeder in CIAT's Cassava Program. "CIAT and IITA research activities would be accepted by modern

En un futuro cercano, la investigación avanzada le ofrecerá al agricultor varias alternativas. Podrá, por ejemplo, sembrar comercialmente la yuca con semilla verdadera; elegir entre variedades de yuca con raíces no cianogénicas, y entre variedades que produzcan almidones para usos específicos; o mantener un alto rendimiento de raíces al cultivar variedades resistentes a virus y a insectos. Dos adelantos harán realidad estas alternativas: el mayor conocimiento de los mecanismos bioquímicos y genéticos básicos de la yuca, y el desarrollo tecnológico que permitirá cultivar plantas partiendo de cultivos de células y manipular la estructura genética de la especie.

¿Cómo se habrá logrado este progreso? La respuesta está en la Red de Biotecnología de Yuca, un convenio científico establecido en septiembre de 1988 en una reunión convocada por el CIAT y por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) (Foto 1). Los científicos que participan de este acuerdo trabajan, en su mayor parte, en el mundo desarrollado, donde la avanzada infraestructura para la investigación biológica y biotecnológica básica puede emplearse para resolver ciertos problemas de la yuca no susceptibles de solución por métodos tradicionales.



1

1 Participants at the Founding Workshop for the Advanced Cassava Research Network held at CIAT, Palmira, Colombia, 6-9 September, 1988

1 Participantes en el Taller Inaugural de la Red de Investigación Avanzada de la Yuca que tuvo lugar en el CIAT, Palmira, Colombia, 6 a 9 de septiembre de 1988

biotechnology laboratories, and scientists from developed countries who want to work with a tropical crop that they don't know well would receive guidance from their colleagues at both centers "

Research Under Way

Since its inception in 1988, several advanced research institutions have undertaken activities in cassava research in accordance with the priorities adopted at that time (Table 1, page 72). The number of research institutions using advanced techniques with cassava increased from four in 1988 to 16 by the end of 1989. Some of the Network's projects are explained below.

Cyanide toxicity

Edible cassava tissue has cyanogenic compounds that cause chronic toxicity because of residual cyanide in poorly processed cassava products. This project first studies the biochemistry and genetics of

"El beneficio es mutuo", opina Clair Hershey, fitomejorador del Programa de Yuca del CIAT; "la investigación del CIAT y del IITA sería admitida en los modernos laboratorios de biotecnología, y los científicos de los países desarrollados que trabajan en ellos, y desean aplicar su capacidad investigativa a un cultivo tropical que casi desconocen, recibirían la orientación de sus colegas de ambos centros".

Investigación en Marcha

Desde su fundación en 1988, varias instituciones han emprendido numerosas investigaciones en yuca de acuerdo con las prioridades adoptadas entonces (Cuadro 1, pag. 72). El número de instituciones de investigación que emplean técnicas avanzadas aumentó de 4 en 1988 a 16 a fines de 1989. Algunos de tales proyectos se explican a continuación.

Toxicidad por cianuro

Hay compuestos cianogénicos en los tejidos comestibles de la yuca que ocasionan toxicidad crónica por el cianuro

Table 1. Activities in advanced cassava research and biotechnology (up to September 1989).

Cuadro 1. Actividades en investigación avanzada y en biotecnología de la yuca (a septiembre de 1989).

Activity	Developed at (Desarrollada en):	
	Institution	Location
Virus resistance (Resistencia a virus)	Washington University	St. Louis, MO, USA
Cyanide toxicity (Toxicidad por cianuro)	University of Newcastle-upon-Tyne	United Kingdom
	Ohio State University	Columbus, OH, USA
	Royal Veterinary and Agricultural University	Denmark
Insect resistance (Resistencia a insectos)	Washington State University	Pullman, WA, USA
Starch quality (Calidad del almidón)	University of Nottingham	United Kingdom
True seed (Semilla verdadera)	CIAT	Palmira, Colombia
	IITA ^a	Ibadan, Nigeria
Biochemical C ₃ -C ₄ pathway (Bioquímica C ₃ -C ₄)	Australian National University	Canberra, Australia
	University of Georgia	Athens, GA, USA
Plant regeneration (Regeneración de plantas)	Université de Paris	Orsay, France
	University of Bath	United Kingdom
	University of Zimbabwe	Zimbabwe
	Universidad de San Marcos	Lima, Peru
	CIAT	Palmira, Colombia
Plant transformation and genome characterization (Trasformación genética y caracterización del genoma)	National University of Singapore	Singapore
	Rockefeller University	New York, NY, USA
	CENARGEN ^a	Brasília, Brazil
	IDEA ^a	Caracas, Venezuela
	CIAT	Palmira, Colombia

a. IITA = International Institute of Tropical Agriculture; CENARGEN = Centro Nacional de Recursos Genéticos; IDEA = Instituto Internacional de Estudios Avanzados.

cyanogenesis in order to recommend appropriate biotechnological approaches. Selection will also be made for cyanide content in plants regenerated from immature pollen and in plants growing in the field

Social scientists will also participate in these projects to study farming systems where highly cyanogenic cassava varieties are grown. Findings will help define more precisely the ultimate objectives such as whether to eliminate cyanide throughout the plant or only in the

residual de los productos de yuca mal procesados. Este proyecto estudia primero el fundamento bioquímico y genético de la cianogénesis para recomendar el tratamiento biotecnológico apropiado. Se hará también selección por contenido de cianuro en plantas regeneradas de polen inmaduro y en plantas desarrolladas en el campo.

De otro lado, expertos en ciencias sociales participarán en estos proyectos para estudiar los sistemas de producción en que se cultivan variedades de yuca con alto contenido cianogénico. De esa



2

2 The variation in cyanide content of different cassava varieties is demonstrated by a color reaction to root tissue extracts: the darker the blue, the higher the cyanide content. Network studies of basic aspects of cyanogenesis to develop cassava varieties with no or low cyanide content are under way.

2 La reacción de color azul en extractos de tejido de raíces de yuca muestra la variación en el contenido de cianuro de distintas variedades de yuca. Cuanto más oscuro el color, mayor el contenido cianogénico. La Red estudia actualmente aspectos básicos de la cianogénesis en la yuca, y busca desarrollar variedades con contenidos bajos o nulos.

roots, or to increase specific enzyme activity which can drastically reduce cyanogenic compounds in processed cassava products (Photo 2).

Virus resistance

This project seeks to obtain, through genetic transformation, cassava resistant to two viruses of economic importance: African cassava mosaic virus (ACMV) in Africa and the common cassava mosaic virus (CCMV) in Latin America. ACMV has devastated cassava crops and CCMV can cause significant crop damage in the respective continents.

True seed

There are many advantages to commercially propagating cassava with true seed, given the limitations of vegetative propagation such as virus accumulation in planting materials (stakes), storage problems, low propagation rates, and limitations in genetically modifying plant architecture. True seed can be obtained by means of open pollination, followed by breeding homogeneous lines over a longer term, or through hybridization among homozygous lines, or through incorporation of apomictic genes to obtain unfertilized embryos.

The development of this technology will be accompanied by a socioeconomic study of the acceptability of the new planting method. Both CIAT and IITA apply biotechnology to aspects such as the physiology of flowering, haploid induction, and control of apomictic inheritance.

Starch quality

In order to improve cassava starch quality, a more thorough knowledge is needed of its specific characteristics, including its molecular structure and the amylose-amylopectin relationship. These

explicación dependerá que se definan más exactamente los objetivos del proyecto, ya sea para eliminar el cianuro en toda la planta o sólo en la raíz, o para elevar la actividad de enzimas específicas que reducirían drásticamente los compuestos cianogénicos en los productos ya procesados de la yuca (Foto 2).

Resistencia a virus

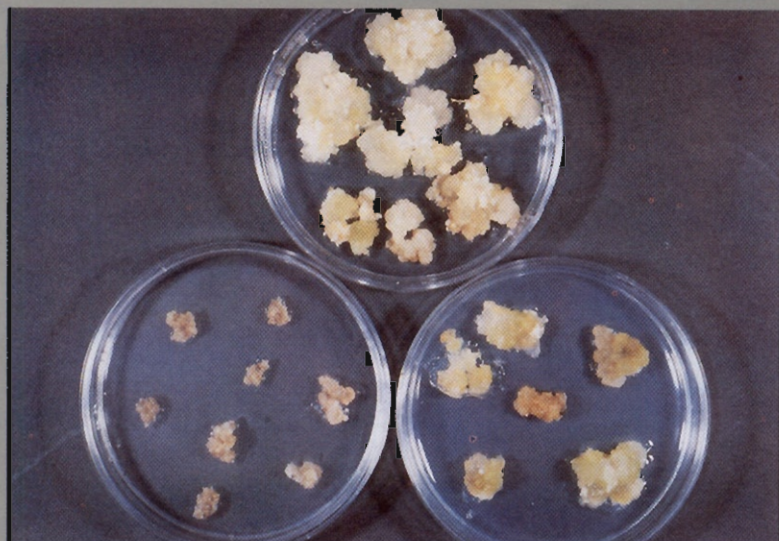
El objetivo de este proyecto es obtener, por transformación genética, yuca resistente a dos virus de importancia económica: el virus del mosaico africano de la yuca (ACMV) y el virus del mosaico común de la yuca (CCMV), de América Latina. El primero ha devastado cultivos de yuca y el segundo puede causar daños significativos en los respectivos continentes.

Semilla verdadera

Propagar comercialmente la yuca con semilla verdadera tiene muchas ventajas dadas las limitaciones de la propagación vegetativa, como son: el material de plantación (estacas) está expuesto a la acumulación de virus, es difícil de almacenar, tiene una tasa de propagación baja, y limita la labor de modificación genética de la arquitectura de la planta. La semilla verdadera se obtendría mediante polinización abierta; a mayor plazo se lograrían líneas homogéneas, ya sea por producción de híbridos entre líneas homocigóticas o por incorporación en la planta de genes apomícticos para obtener embriones no fertilizados. El desarrollo de esta tecnología irá acompañado desde el comienzo por un estudio socioeconómico de la aceptación del nuevo método de siembra. Tanto en el CIAT como en el IITA se aplica ya la biotecnología a aspectos como la fisiología de la floración, la inducción de haploides, y el control de la herencia apomíctica.

Calidad del almidón

Para mejorar la calidad del almidón de yuca hay que conocer mejor sus características específicas, entre otras, su estructura molecular y la relación



3 Demonstration of cassava genetic transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens* (BRU). Upper: transformed tissue growing vigorously with a toxin; the gene incorporated confers resistance against the toxin. Lower left: non-transformed tissue highly affected by the toxin. Lower right: non-transformed tissue growing without toxin (control).

3 Demostración de la transformación genética de la yuca por medio de *Agrobacterium tumefaciens* (UIB). Arriba, el tejido transformado crece vigorosamente en presencia de una toxina porque el gen incorporado le confiere resistencia a ésta; abajo izq., el tejido sin transformar severamente afectado por la toxina; abajo der., el tejido sin transformar crece en ausencia de la toxina (testigo).

3



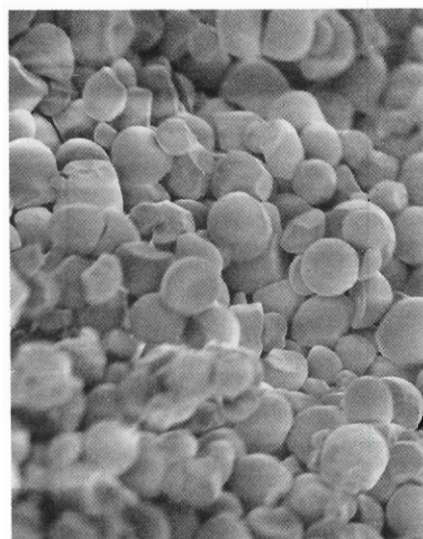
4A

Regeneration of cassava plants by somatic embryogenesis (BRU). **4A** Somatic embryos of various shapes differentiating from an immature leaf segment; **4B** young cassava 'seedlings' after germination of the somatic embryos.

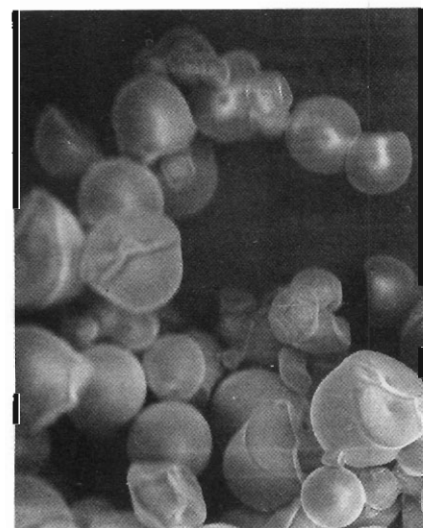
Regeneración de plantas de yuca mediante embriogénesis somática (UIB). **4A** Diferenciación de embriones somáticos de diversas formas a partir de un segmento foliar inmaduro; **4B** 'plántulas' tiernas de yuca que germinaron de los embriones somáticos.



4B



5A



5B

Cassava starch grains seen through a scanning electron microscope at CIAT **5A** unfermented, **5B** after 27 days of fermentation, showing the effects of fermentation on grain morphology. This technique is being applied for the first time by BRU and other laboratories to the study of starch quality in root and tuber species.

Granos de almidón de yuca vistos con el microscopio electrónico de barrido del CIAT: **5A** sin fermentar; **5B** después de 27 días de fermentación, mostrando el efecto de ésta en su morfología. Técnica aplicada por primera vez por la UIB y otros laboratorios al estudio de la calidad del almidón en especies tuberosas.

characteristics determine the quality of the final product, depending on its use. At CIAT, some functional aspects of cassava starch are being studied (Photos 5A and 5B), along with starch quality at other scientific institutions, such as the University of Nottingham, United Kingdom. As a result, it is expected that cassava varieties with starch characteristics for specified uses will be obtained, as was done with maize, and will come on to the market.

Plant transformation and genome characterization

The organization of the cassava genome is analyzed by using molecular genetic markers (isoenzymes and RFLPs), cytogenetic techniques, and morphological markers. Molecular biology, in association with genetic transformation techniques, can then aid in the study of the expression and regulation of genetically transformed selected characters (Photo 3).

Somatic embryogenesis, which leads to plant formation in tissue culture, is also studied. This technique is the only currently available method for regenerating cassava plants from disorganized tissues (Photos 4A and 4B). It is practiced at CIAT with leaf explants and explants from shoot apical meristems, resulting in high yields of embryos. Microspore culture, which could lead to the induction of haploidy in cassava, is also studied.

Plant regeneration from callus cultures and cellular suspensions will facilitate genetic transformation. Construction of a genetic library and analysis of genetic variability using DNA (deoxyribonucleic acid) restriction fragments, aided by biochemical and morphological markers (Photos 6A and 6B, page 76), will facilitate the tagging of genes of economic importance. Research in this area has been initiated at CIAT's Biotechnology Research Unit (BRU).

amilosa:amilopectina. Ellas determinan diferentes grados de calidad según el uso dado al producto final. En el CIAT se estudian ya algunos aspectos funcionales del almidón de yuca (Fotos 5A y 5B), y en otras instituciones científicas, como la Universidad de Nottingham en el Reino Unido, se investiga la calidad del almidón. Se espera como resultado obtener variedades de yuca cuyo almidón tenga características específicas para diferentes usos, como se hizo con el maíz, y colocarlas en el mercado.

Trasformación genética y caracterización del genoma de la yuca

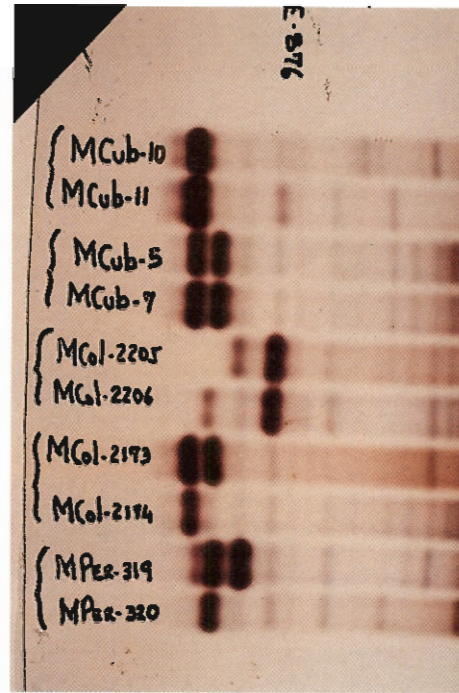
Con marcadores genéticos moleculares (isoenzimas y RFLPs), con técnicas citogenéticas, y con marcadores morfológicos se analiza la organización del genoma de la yuca. La biología molecular, asociada a las técnicas de transformación genética, ayudará entonces a estudiar la expresión y regulación de caracteres seleccionados genéticamente modificados (Foto 3).

Se estudia también la embriogénesis somática, que conduce a la formación de plantas mediante el cultivo de tejidos. Esta técnica—que es la única disponible hoy para regenerar plantas de yuca desde tejidos poco organizados (Fotos 4A y 4B)—se practica en el CIAT con explantes de hojas y del meristema apical de los brotes, y ha dado un alto rendimiento de embriones. También se estudia el cultivo de microsporas, con el que eventualmente podría inducirse haploidía en la yuca.

La regeneración de plantas partiendo del cultivo de callos y de suspensiones celulares facilitará la transformación genética. La construcción de genotecas y el análisis de la variabilidad genética por medio de los fragmentos de restricción del ADN (ácido desoxirribonucleico) facilitarán—con ayuda de marcadores bioquímicos (Fotos 6A y 6B, pag. 76) y morfológicos—la marcación de genes de importancia económica. La investigación en esta área ya se inició en la Unidad de Investigación en Biotecnología (UIB) del CIAT.



6A



6B

Genotype fingerprinting of cassava clones, using isoenzyme markers (BRU). **6A** Mounting gels for running isoenzymes; **6B** five groups of morphologically similar cassava clones showing α , β -esterase isoenzyme patterns. Note the striking differences in all clonal groups, except for the second group from the top.

Caracterización genotípica de clones de yuca empleando isoenzimas como marcadores (UIB) **6A** Montaje de los geles para la obtención de electroforegramas de isoenzimas; **6B** cinco grupos de clones de yuca morfológicamente similares, con sus patrones electroforéticos de la isoenzima α , β -esterasa. Nótese las marcadas diferencias entre las bandas de todos los grupos clonales a excepción del segundo (de arriba hacia abajo).

Network Consolidation

In September 1989, the Network Steering Committee met in Washington, DC, to discuss funding proposals and research initiatives; the first scientific meeting was planned for the end of 1990. Funding is proposed for three main areas: research (seed money and projects in developing countries), training, and coordination of the Network.

Among the Network's primary objectives are the training of scientists from developing countries, and the free exchange of materials such as plant parts, genetic libraries, genomic and cDNA (complementary DNA) clones, vector constructs, genes of interest, and screening kits.

Consolidación de la Red

En septiembre de 1989, el Comité Coordinador de la Red se reunió en Washington, D.C., para discutir propuestas de financiación e iniciativas para la investigación. La primera reunión científica se programó para fines de 1990. La financiación se propone para tres frentes principales: investigación (fondos iniciales básicos y proyectos en países en desarrollo), capacitación y coordinación de la Red.

Entre los propósitos importantes de la Red están la capacitación de científicos de países en desarrollo, y el libre intercambio de materiales tales como partes de plantas, genotecas, clones genómicos y de cADN (ADN complementario), vectores, genes de interés, y técnicas para selección.

The Network is also studying biosafety considerations for research and release into the environment of organisms altered by R-DNA (Recombinant DNA).

Status of Cassava Biotechnologies

Table 2 presents a list of biotechnologies applied to cassava, some of which need more research, such as plant regeneration from callus, protoplasts, and microspores; and characterization of genome structure and variability, using molecular techniques.

rápida. La Red presta también atención a aspectos de seguridad biológica, tanto en la investigación como en la liberación al ambiente de organismos alterados con R-ADN (ADN Recombinante).

Estado de la Biotecnología de la Yuca

El Cuadro 2 presenta una lista de biotecnologías aplicadas a la yuca, algunas de las cuales necesitan más investigación como son: la regeneración de plantas a partir de callos, protoplastos y microsporas, y la caracterización de la estructura y variabilidad del genoma empleando técnicas moleculares.

Table 2. Status of world biotechnology research in cassava, 1989.

Cuadro 2. Estado de la investigación biotecnológica mundial en yuca, 1989.

Technique	Status
Micropropagation (Micropropagación)	Routine (Rutina)
Virus elimination (Eliminación de virus)	Routine
In vitro conservation (Conservación in vitro)	Routine
Embryo culture (Cultivo de embriones)	Well developed (Bien desarrollado)
Callus/protoplast culture (Cultivo de callos y protoplastos)	Well developed
Anther/microspore culture (Cultivo de anteras y microsporas)	Beginning (some results) (Comienza, algunos resultados)
Plant regeneration via: (Regeneración por medio de:)	
- callus/protoplast (callos/protoplastos)	Not yet available (No disponible aún)
- anthers/microspores (anteras/microsporas)	Not yet available
- somatic embryogenesis (embriogénesis somática)	Well developed
Cryopreservation (Criopreservación)	Beginning (some results)
Isoenzyme genotyping (Relación genotipo-isoenzima)	Beginning (some results)
DNA fragment genotyping (Relación fragmento ADN-genotipo)	Beginning (some results)
Transformation of cells/tissues (Trasformación de células/tejidos)	Beginning (some results)
Gene cloning (Clonamiento de genes)	Beginning (some results)
Transgenic plants (Plantas trasgénicas)	Not yet available

Rice Program

Programa de Arroz

The Rice Program is the oldest of CIAT's research programs; its origins go back to the 1950s when the Rockefeller Foundation and the Colombian Ministry of Agriculture cooperated in rice research. In the early 1960s, the Program formally began as a cooperative project with the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

The results of such cooperation—high-yielding irrigated rice varieties—had an impact in Latin America comparable to that of the green revolution in Asia. These varieties originated from the irrigated semidwarf germplasm developed by the International Rice Research Institute (IRRI) for Asia. Their impact on Latin American production and prices of rice is illustrated on page 2.

The objectives of the Rice Program have been, and continue to be, to contribute to increased rice production in Latin America and the Caribbean in order to benefit rice growers and, in particular, consumers.

More recently, the Program made some strategic shifts in response to perceived needs of the rice sector: sustainable production in the irrigated sector; extending production gains to regions not yet benefiting

El Programa de Arroz es el más antiguo de los programas de investigación del CIAT, si se tienen en cuenta sus orígenes en la colaboración de la Fundación Rockefeller con el Ministerio de Agricultura de Colombia en investigación en arroz en los años cincuenta. A principios de los sesenta se inició formalmente el Programa como un proyecto de colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Los resultados de esa colaboración—las variedades de altos rendimientos para producción bajo riego—tuvieron un impacto en América Latina, comparable al de la revolución verde en Asia. Estas variedades tuvieron su origen en el germoplasma semienano para riego desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI) para Asia. El impacto sobre la producción y los precios del arroz en América Latina aparece ilustrado en la pag. 2.

Los objetivos del Programa de Arroz han sido y continúan siendo esencialmente contribuir a aumentar la producción de arroz en América Latina y el Caribe en beneficio de productores y consumidores.

Más recientemente, el trabajo del Programa se ha reorientado hacia necesidades evidentes del sector arrocero en el sentido de buscar estabilidad de la producción en el sector de riego; extender

from them; and responding to changes in the dynamic Latin American rice sector, taking into account the research needs of the national research and development programs.

To carry out those tasks, the Program centers its activities around three main areas: (1) germplasm enhancement, including broadening the genetic base and breeding for irrigated and favored upland production areas and for high-rainfall acid-soil savannas; (2) integrated crop management, involving crop protection against diseases, pests, and weeds, and (3) collaboration with national agricultural research and development systems.

Traditionally, the Program has collaborated closely with the IRRI germplasm exchange system for Latin America, previously known as the International Rice Testing Program (IRTP), and now known as the International Network for Genetic Enhancement of Rice (INGER). The Program also has participated since 1986 in the Caribbean Rice Improvement Network (CRIN).

In the following pages, some of the 1989 activities, reflecting the Program's new directions, are highlighted: "Rice in Latin America: Production Outlook and the Role of Research" (page 80) describes the survey results of the rice sector and the collaborative research plans with producing countries; "Integrated Management of Rice Blast" (page 90) describes the application of integrated crop management to the control of the most important rice disease in the region; "Rice for Acid Soils of the Savannas" (page 96) tells of the development of advanced lines and their promising experimental results; and, finally, "Rice-Pastures: A Promising System for the Savannas" (page 135) presents the preliminary experiences of a project jointly developed with the Tropical Pastures Program to combine rice lines for acid soils and improved forage pastures in a sustainable crop system for the Latin American savannas.

los beneficios de la mayor producción a nuevas áreas no beneficiadas todavía; y dar respuesta a los cambios de un sector arrocerero latinoamericano muy dinámico, teniendo en cuenta las necesidades reales en investigación de los programas nacionales de la región.

Para el cumplimiento de tales propósitos el Programa centra actualmente sus actividades en tres grandes áreas: (1) mejoramiento del germoplasma para los sectores de riego y de secano favorecido, y para las sabanas de suelos ácidos, incluida la ampliación de la base genética; (2) manejo integrado del cultivo, que comprende protección contra enfermedades, insectos y malezas; y (3) relaciones de colaboración con los programas nacionales de investigación y desarrollo.

Tradicionalmente, el Programa ha colaborado estrechamente con el sistema de intercambio de germoplasma del IRRI para América Latina (anteriormente Programa Internacional de Pruebas de Arroz), actualmente Red Internacional para el Mejoramiento Genético del Arroz, y participa desde 1986 en la Red para el Mejoramiento de Arroz en el Caribe.

En páginas siguientes se presentan actividades sobresalientes en 1989 relacionadas con las nuevas orientaciones: "Arroz en América Latina: Panorama de la Producción y Papel de la Investigación" (pag. 80) describe los resultados del estudio del sector arrocerero en América Latina y los programas colaborativos de investigación con países productores; "Manejo Integrado del Añublo del Arroz" (pag. 90) describe la aplicación del concepto de manejo integrado del cultivo al control de la enfermedad más importante del arroz en la región; "Arroz para los Suelos Ácidos de las Sabanas" (pag. 96) relata el proceso de desarrollo de líneas avanzadas y sus promisorios resultados experimentales; finalmente, "Arroz-Pastos: Sistema Promisorio para las Sabanas" (pag. 135) describe los primeros resultados de un proyecto conjunto con el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, que combina la explotación de las líneas de arroz para las sabanas y de las pasturas mejoradas para las mismas en un sistema sostenible para ese ecosistema.

Rice in Latin America: Production Outlook and the Role of Research

Arroz en América Latina: Panorama de la Producción y Papel de la Investigación

Thanks to agricultural research, Latin Americans pay less for rice in real terms than they did 20 years ago: such was the effect of high-yielding varieties developed by international centers and national agricultural research programs in the 1960s and 1970s. In the next decade, however, prices will tend to rise if current trends continue, warns a study made by the Economics section of CIAT's Rice Program.

The main objective of the study, made in collaboration with national rice research programs in eight Latin American countries, was to diagnose the crop's current economic situation in the region and to contribute data that could be used by the Program in planning its activities for the 1990s.

Gracias a la investigación agrícola, los latinoamericanos pagan menos por el arroz, en términos reales, que hace 20 años. Tal fue el efecto de las variedades de alto rendimiento desarrolladas por centros internacionales y programas nacionales de investigación agrícola en las décadas de los sesenta y los setenta. En la próxima década, sin embargo, los precios tenderán al alza si continúan las tendencias actuales, advierte un estudio realizado por la sección de Economía del Programa de Arroz del CIAT.

El estudio, realizado en colaboración con los programas nacionales de investigación en arroz de ocho países de América Latina, tuvo como objetivo principal hacer un diagnóstico de la situación económica actual del cultivo en la región y aportar datos que puedan ser usados por el Programa en el planeamiento de sus actividades para los años noventa.

Consumption and Production Trends

Following a rapid growth in Latin Americans' incomes during the 1970s, the majority of countries entered a stage of recession, even depression, from which they are still suffering. Per capita income fell at an annual rate of 1.2% during the 1980s. "This caused a reduction in food demand, including that of rice," explains Luis Sanint, Rice Program economist. He qualifies as 'worrisome' the diminishing demand for a good that, because of its importance in the diet of the poorest strata of the population, has been termed a 'wage good.' That is, people living in an area where already one-third of the population receives less than desirable nutrition may have reduced their consumption of a cheap source of calories and proteins.

The depression in Latin America has not excluded the farming sector. Between 1976 and 1987, rice production increased only 1.8% annually in tropical Latin America (Figure); yet the population increase for this region was 2.3%. Obviously, the difference could not be made up with imports because of scarcity of

Tendencias del Consumo y la Producción

Luego de un rápido crecimiento en los ingresos de los latinoamericanos durante la década de los setenta, la mayor parte de los países entró en una etapa de recesión y aun de depresión, como está ocurriendo actualmente en muchos de ellos. El ingreso per cápita disminuyó a una tasa del 1.2% anual durante los ochenta. "Esto originó una reducción en la demanda de alimentos y entre ellos la de arroz", explica Luis Sanint, economista del Programa de Arroz, quien califica de preocupante el hecho de que haya disminuido la demanda de un artículo que, por su importancia en la alimentación de los estratos más pobres de la población, ha sido denominado 'bien salario'. Esto significa que la gente podría haber reducido el consumo de una fuente barata de calorías y proteínas en una región donde una tercera parte de la población ya se encontraba por debajo de los niveles deseables de nutrición.

La depresión en América Latina no ha dejado por fuera al sector agrícola. Entre 1976 y 1987 la producción de arroz aumentó sólo un 1.8% anual en América Latina tropical (Figura), una cifra inferior al aumento de la población para esta región, que fue de 2.3%. La diferencia,

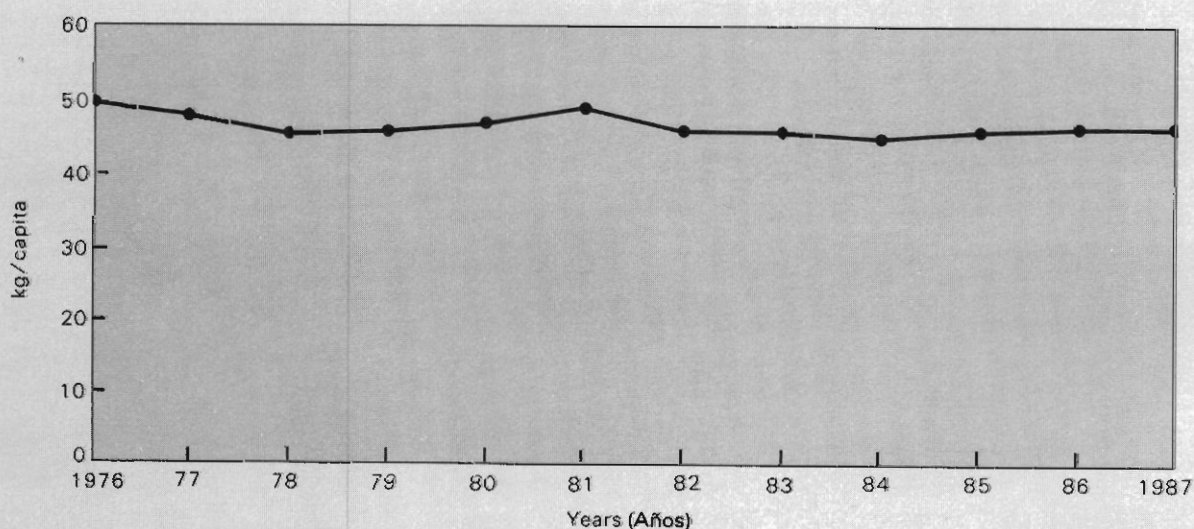


Figure. Per capita rice production in tropical Latin America, 1976-1987 (three-year moving average).

Figura. Producción per cápita de arroz en América Latina tropical, 1976-1987 (promedio móvil de tres años).

foreign exchange. Food imports dropped 5.3% annually during the 1980s, and the need for food aid became more evident.

Worse still, governments were forced to reduce incentives. Subsidies, a mechanism commonly used in recent years, had to be reduced because of the fiscal deficits that the majority of Latin American governments are suffering.

If current production trends continue, economists predict a deficit of around 2 million tons of rice for the year 2010, which could be made up, at the regional level, by a surplus in the Southern Cone countries (Tables 1 and 2). The consequence would be an increase in consumer prices

obviamente, no se pudo suplir con importaciones debido a la escasez de divisas. Las importaciones de alimentos descendieron un 5.3% anual durante los ochenta, y la necesidad de ayuda alimentaria se hizo más patente.

A lo anterior se suma la reducción de los estímulos por parte de los gobiernos de la región. Los subsidios, un mecanismo comúnmente usado en años recientes, deberán ser reducidos debido a los déficits fiscales por los que atraviesa la mayoría de los gobiernos latinoamericanos.

De continuar las tendencias actuales de la producción, los economistas predicen un déficit de unos 2 millones de toneladas de arroz para el año 2010, el cual podría ser compensado en la región por un superávit en los países del Cono Sur (Cuadros 1 y 2). La consecuencia podría

Table 1. Growth rates (%) in paddy rice production, area, and yield.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento (%) en la producción, área y rendimiento del arroz paddy.

Region	Production		Area		Yield (Rend.)	
	1966-76	1976-87	1966-76	1976-87	1966-76	1976-87
Brazil and Mexico	3.1	1.4	3.2	-1.2	-0.1	2.6
Tropical South America	6.9	2.5	1.9	1.9	5.0	0.5
Central America	2.0	2.4	0.6	-1.5	1.4	3.9
Caribbean	6.6	3.1	4.1	-0.1	2.5	3.2
Tropical Latin America	4.1	1.8	3.0	-0.7	1.1	2.6
Temperate South America	4.1	4.2	2.5	2.7	1.6	1.6
Latin America	4.1	2.0	3.0	-0.7	1.1	2.6

Table 2. Trends in rice yields.

Cuadro 2. Tendencias en el rendimiento del arroz.

Region	Growth rate (Tasa de crecimiento) (%)	Average yield (Rendimiento promedio) (kg/ha)		
		1966-87	1966-68	1976-78 1985-87
Brazil and Mexico	0.9	1541	1462	1887
Tropical South America	2.0	2424	3537	3703
Central America	3.0	1615	1962	2787
Caribbean	3.3	2119	2843	3801
Tropical Latin America	1.5	1681	1787	2285
Temperate South America	1.0	3225	3600	4115
Latin America	1.5	1714	1828	2340

World rice trade likely will not play a significant role in alleviating this problem since it is very uncertain and characterized by strong price fluctuations. Because only 4% of the world production is traded, countries must give priority to self-sufficiency.

Research Contributions

"One cannot expect that the impressive increases in rice productivity that were observed in Latin America in the 1960s and 1970s will be repeated," says Sanint. "Yield increases for this preferred cereal of the tropics are decreasing, at least for the irrigated sector. However, there is potential for improving yields in the upland sector, with the introduction, among other things, of high-yielding varieties tolerant to acid soils. In the irrigated sector, production can be increased with new management practices and an expansion of the cultivated area."

In the search for greater efficiency in government investment, agricultural research is a very desirable option, because of its very high profitability, both economic and social, over the long term. For example, Grant Scobie and Rafael Posada, former CIAT researchers, calculated an internal rate of return in the 1970s of around 90% for rice research in Latin America, and a cost-benefit ratio of 6. Few legitimate investments in the world can surpass this level of profitability.

National Program Research

A survey among 25 national rice programs in Latin America made by CIAT in 1988 reveals chronic imbalances in research on production problems. For example, almost all national programs concentrate on areas of weed control and fertilization, but few work on soil preparation and seed quality. Only half of the programs work on crop

ser un incremento en los precios al consumidor.

El comercio mundial de arroz probablemente no contribuirá significativamente a aliviar el problema ya que es muy incierto y se caracteriza por fuertes fluctuaciones de precios. Sólo el 4% de la producción mundial se exporta, así que los países deben buscar la autosuficiencia.

El Aporte de la Investigación

"No se puede esperar que se repitan los impresionantes aumentos en la productividad del arroz que se observaron en América Latina en la década de los sesenta y los setenta", dice Sanint. "Cada vez más, los aumentos en el rendimiento de este cereal predilecto de los trópicos son menores, al menos para el sector de riego. Sin embargo, hay potencial para mejorarlos en el sector de secano, con la introducción, entre otras cosas, de variedades de alto rendimiento, tolerantes a los suelos ácidos. En el sector de riego la producción se puede incrementar con nuevas prácticas de manejo y el aumento del área cultivada".

En la búsqueda de una mayor eficiencia para la inversión estatal, la investigación agrícola es una alternativa muy deseable, por su altísima rentabilidad tanto económica como social en el largo plazo. Por ejemplo, Grant Scobie y Rafael Posada, antiguos investigadores del CIAT, calcularon en los años setenta una tasa interna de retorno de cerca del 90% para la investigación en arroz en América Latina y una relación costo-beneficio de 6. Pocas inversiones lícitas en el mundo pueden superar este nivel de rentabilidad.

Investigación en los Programas Nacionales

Una encuesta entre 25 programas nacionales de arroz de países latinoamericanos realizada por el CIAT en 1988 revela desbalances crónicos en la investigación de los problemas de la producción. Por ejemplo, casi todos los programas nacionales se concentran en las áreas de control de malezas y

establishment and almost all depend on international centers for obtaining advanced and segregating lines

A large number of the programs surveyed said that CIAT and IRRI are not working enough on the generation of research methodologies in agronomy or on the analysis of production problems. The national programs, on their part, pay more attention to breeding than to crop management.

The fiscal crisis in the region is stimulating national agricultural research programs to establish priority research topics, to identify resources available, and to formulate diagnoses and action plans for increased efficiency. To assist the programs in this direction, CIAT's Rice Program will intensify its integration with them in the 1990s

The Program strategy also includes the development of research methodologies that can be used by the national programs and that will increase their capacity for analyzing production problems. Likewise, key research on crop management will continue, and the flow of technical and scientific information will increase.

Collaborative Programs in Rice Research

With the consolidation of its Economics section, the Rice Program is better equipped to work with national programs as they reformulate their priorities. This assistance has been given during the last four years through the so-called "Collaborative Programs in Rice Research."

These programs help focus and discipline the joint rice research activities. Until now, the Rice Program has been participating in programs for Colombia, Chile, Ecuador, Panama, Peru, and Venezuela, and is preparing collaboration with Brazil and member countries of the Caribbean Rice Improvement Network.

fertilización, pero pocos trabajan en la preparación del suelo y la calidad de la semilla. Sólo la mitad trabaja en el establecimiento del cultivo y casi todos dependen de los centros internacionales para surtirse de líneas avanzadas y segregantes.

Un gran número de los programas encuestados dijo que el CIAT y el IRRI no están trabajando lo suficiente en la generación de metodologías de investigación en agronomía ni en el análisis de problemas de producción. Los programas nacionales, por su lado, prestan más atención al fitomejoramiento que al manejo del cultivo.

La crisis fiscal en América Latina está haciendo que los programas nacionales de investigación agrícola deban dar prioridad a los temas de investigación, identificar los recursos con que cuentan y formular diagnósticos y planes de acción con los cuales puedan ser más eficientes. Para ayudarles en este esfuerzo, durante la década de los noventa, el Programa de Arroz del CIAT intensificará su integración con ellos.

La estrategia del Programa incluye también el desarrollo de metodologías de investigación utilizables por los programas nacionales y que aumenten su capacidad de análisis de los problemas de producción. Asimismo, continuarán las investigaciones clave sobre el manejo del cultivo y aumentará el flujo de información técnica y científica.

Programas Colaborativos de Investigación en Arroz

Con la consolidación de la sección de Economía del Programa de Arroz, éste se encuentra mejor equipado para trabajar con los programas nacionales en su reformulación de prioridades. Esta asesoría se ha venido prestando durante los últimos cuatro años mediante los, así llamados, "Programas Colaborativos de Investigación en Arroz".

Estos programas contribuyen a enfocar y disciplinar las actividades conjuntas de investigación arroceras. Dentro de este marco, el Programa de Arroz ha venido colaborando con Colombia, Chile, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela, y prepara su

Some Results

Colombia

This is the most complete collaborative program, which is carried out with the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) and the Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ).

Work began in 1985 with an agronomy plan to study crop protection and planting densities. In 1987, the breeding plan was prepared, and in 1988, a complementary economic plan was designed to characterize Colombia's rice industry. This plan studied demand, its trends and elasticities, and market integration by means of an in-depth description of the milling industry. Also included was a country-wide census of rice growers.

A better understanding of producers will help the Colombian rice institutions to serve more appropriately the needs of each region, and the government to plan its policies with more reliable bases. Based on the census, a more detailed rice survey is being carried out.

While the census is providing important information about rice growers, the survey is gathering information about cultural practices, varieties, seed and other inputs, as well as costs and yields. In addition, an attempt is made to find out about rice production and marketing problems, along with the acceptance of technological packages by rice growers.

The third component of the Colombian plan is one of breeding, which began in 1987 under the leadership of ICA's Rice Program. It seeks to produce improved varieties based on a regionalization of breeding.

The emerging varieties should show improved adaptation to the three distinct production systems in Colombia and will surpass or replace existing varieties.

colaboración con Brasil y con los países que conforman la Red para el Mejoramiento de Arroz en el Caribe.

Algunos Resultados

Colombia

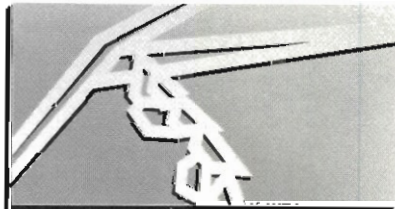
Este es el programa más completo de colaboración, el cual se lleva a cabo con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y con la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ).

El trabajo se inició en 1985 con un plan de agronomía para estudiar la protección al cultivo y las densidades de siembra. En 1987 se preparó el plan de fitomejoramiento, y en 1988 un plan económico complementario para caracterizar la industria arrocera de Colombia. En él se estudió la demanda, sus tendencias y su elasticidad, así como la integración del mercado por medio de la descripción a fondo de la industria trilladora. También se incluyó un censo nacional de arroceros.

Un mejor conocimiento de los productores permitirá a las instituciones arroceras servir más apropiadamente las necesidades de cada región, y al gobierno planear sus políticas sobre bases más confiables. Con base en el censo, se adelanta una encuesta más detallada.

Mientras que el censo proporciona importante información acerca de los arroceros, la encuesta está recogiendo información acerca de las prácticas culturales, las variedades, semillas y demás insumos, así como sus costos y rendimientos. Además, se intenta conocer los problemas de producción y mercadeo del arroz, así como la aceptación de paquetes tecnológicos por parte de los arroceros.

El tercer componente del plan colombiano es el fitomejoramiento, elaborado en 1987 con el liderazgo del Programa de Arroz del ICA. Este plan busca producir variedades mejoradas con base en una regionalización; las variedades resultantes deberán mostrar mejor adaptación a los tres sistemas de producción del país y superar o remplazar las variedades existentes.



Ecuador

An in-depth diagnosis of the Ecuadorian rice sector identified high production costs, low yields, and unstable market prices as the main problems facing producers.

The most expensive production items are crop protection, land preparation, and harvesting. Crop protection costs can be reduced through an integrated crop management program. Preparation and harvesting costs, however, require more analysis.

Ninety-one percent of Ecuadorian rice growers, who produce 28% of the country's rice, are small and medium landowners, with less than 50 ha. They prepare the soil and harvest manually or with large-scale, rented machinery at a cost almost double the Latin American average.

It is possible to reduce such costs considerably by using machinery more suited to the needs of these producers. This could be built in the country and would be within the reach of even small producers who have, for example, 2-9 ha of rice.

Venezuela

Rice production costs in Venezuela are above average for Latin America, especially when taking into account the several subsidies that were in effect at the time of the study.

The Venezuelans are interested in knowing the effectiveness of different types of machinery and their effect on soil preparation cost and soil compaction. Likewise, they need more studies on seed use and quality, adaptation of improved varieties, more efficient weed, pest, and disease control practices, and ways to make irrigation of rice fields more economical.

Ecuador

Un diagnóstico a fondo del sector arrocero ecuatoriano identificó los altos costos de producción, bajos rendimientos e inestabilidad en precios del mercado como los principales problemas de los productores.

Los rubros más costosos de la producción son la protección del cultivo, la preparación de la tierra y la cosecha. El primero se puede reducir mediante un programa de manejo integrado del cultivo. Los costos de preparación y cosecha, sin embargo, requieren más análisis. El 91% de los arroceros de Ecuador, que contribuyen con el 28% de la producción del país, son pequeños y medianos propietarios con menos de 50 ha del cultivo. Ellos preparan el suelo y cosechan con maquinaria grande, alquilada, o en forma manual, a un costo que casi dobla el promedio latinoamericano.

Es posible reducir considerablemente tales costos utilizando maquinaria más adecuada para las necesidades de estos productores. Esta, incluso, podría fabricarse en el país y estaría al alcance hasta de los pequeños productores, por ejemplo, aquéllos con 2 a 9 ha de arroz.

Venezuela

Los costos de producción de arroz en Venezuela son superiores al promedio de América Latina, especialmente si se tiene en cuenta que cuando se realizó el estudio había varios subsidios vigentes para los arroceros.

Los venezolanos están interesados en conocer la efectividad de los diversos tipos de maquinaria y su efecto en la compactación del suelo y el costo de preparación del mismo. Igualmente, necesitan más estudios sobre el uso y la calidad de las semillas; la adaptación de variedades mejoradas; alternativas más eficientes de control de malezas, plagas y enfermedades; y formas de hacer más económica la irrigación de los campos arroceros.

Agroecological Studies

Information generated in the rice surveys and censuses is also being processed by CIAT's Agroecological Studies Unit (AESU). Data on production complement information on soils, climates, and socioeconomic aspects in the AESU's data base. With such information, more accurate rice maps will be made showing production systems, farm sizes, climatic and edaphic conditions, and other factors such as market access.

The objective of the agroecological studies is to define more precisely where rice is grown in Latin America and under what conditions. This information will greatly help the Rice Program and national research programs.

One benefit will be the ability to weigh the significance of different production conditions. For example, breeding lines that would be useful in geographic systems or conditions similar to each other but in different countries can be developed.

The AESU, using the most up-to-date information available, has already produced the first approximation to a complete map on rice distribution in Latin America according to production systems (Map, page 88). This information is being revised in the light of rice surveys and censuses such as those of Colombia.

Daniel Robison, AESU geographer, gives an example of the work's usefulness: "Previously, we had not included the manual upland system on the Colombian map, because it was considered insignificant in terms of number of producers and production. It was thought that this system existed only in marginal areas, at the frontier, and that it served only for self-sufficiency. Now, with the data from the rice census and the AESU's ecological data, we know that 48% of Colombian rice producers belong to the manual upland system, are responsible for 5% to 10% of the total production, and trade more than 60% of their production

Estudios Agroecológicos

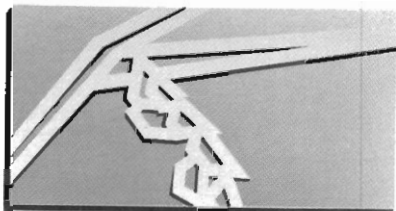
La información obtenida en las encuestas y los censos arroceros está siendo procesada también por la Unidad de Estudios Agroecológicos (UEA) del CIAT. Los datos sobre producción complementan la información sobre suelos, climas y aspectos socioeconómicos de la base de datos de la UEA. Esto permitirá la elaboración de mapas arroceros más precisos, con sistemas de producción, tamaños de fincas, condiciones climáticas y edáficas, y otros factores como el acceso a los mercados.

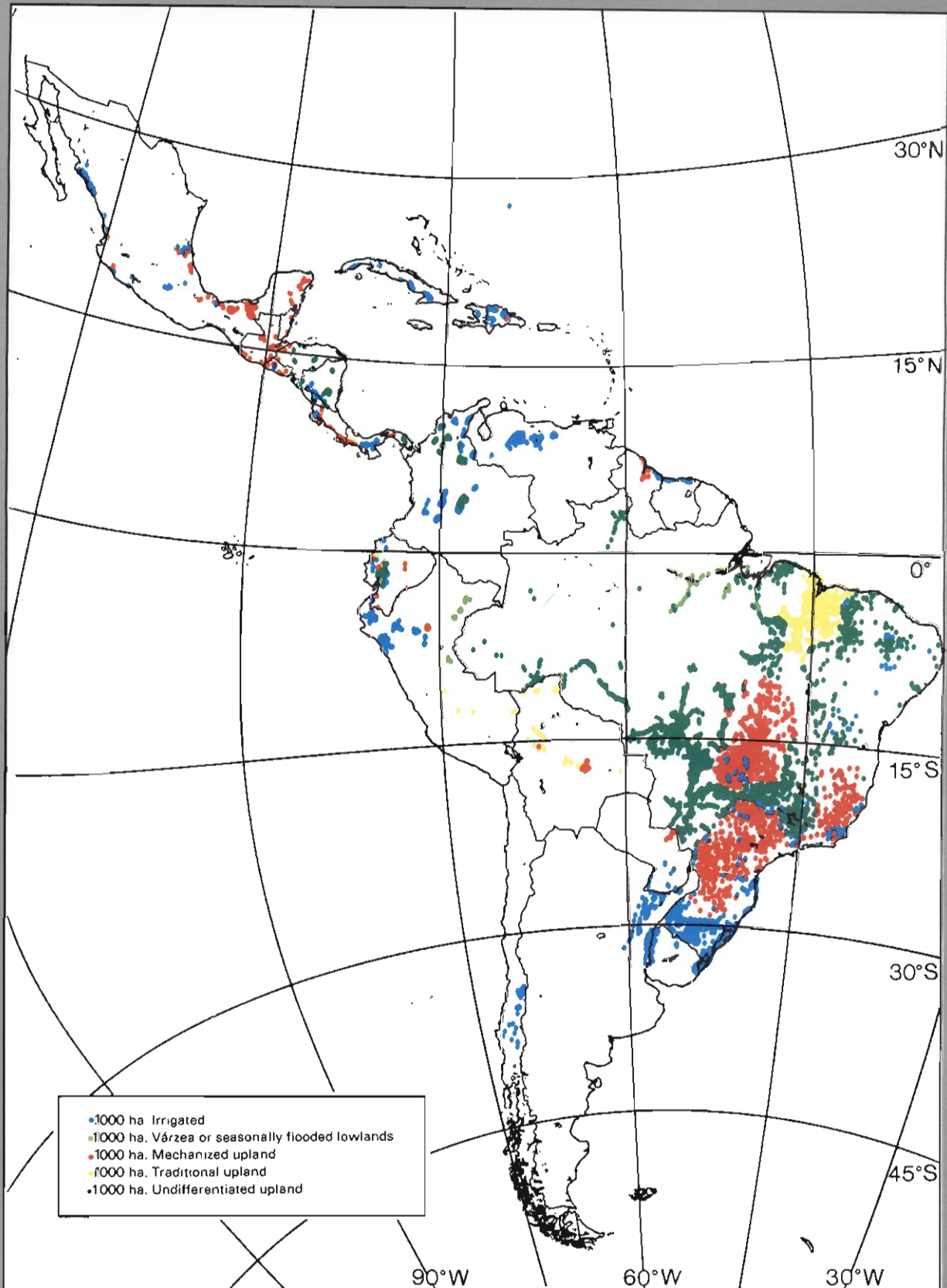
El objetivo de los estudios agroecológicos es definir más precisamente dónde se cultiva arroz en América Latina y bajo qué condiciones. Esta información será de gran ayuda para el Programa de Arroz y los programas nacionales de investigación, como por ejemplo, para poder ponderar la dimensión real de las diversas condiciones de producción. Así se podrán desarrollar líneas de fitomejoramiento que podrían ser útiles en sistemas o condiciones geográficas similares de varios países.

La UEA, basada en la mejor información disponible, ha producido una primera aproximación a un mapa de la distribución del arroz en América Latina, por sistemas de producción (Mapa, pag. 88). Esta información está siendo revisada a la luz de las encuestas y los censos arroceros, como los que se realizaron en Colombia.

Daniel Robison, geógrafo de la UEA, da un ejemplo de la utilidad del trabajo: "Anteriormente no habíamos incluido el sistema de secano manual en el mapa de Colombia, por considerarlo insignificante en términos del número de productores y de la producción. Se pensaba que este sistema sólo existía en áreas marginales, de frontera, y que sólo servía para la subsistencia.

Ahora, con los datos del censo arrocero y los datos ecológicos de la UEA, nos hemos dado cuenta de que el 48% de los productores de arroz de Colombia —responsables por un 5% a 10% de la producción total— pertenecen al sistema de secano manual y comercializan más del 60% de su producción.





First approximation to rice distribution in Latin America (AESU, CIAT).

Primera aproximación a la distribución del arroz en América Latina (UEA, CIAT).

“One of the main contributions of this study is being able to classify producers according to production areas and so determine those in any given ecosystem that merit investigation. For example, it has been found that many small farmers, who were considered to be located in areas inappropriate for producing rice, in reality have the potential for sustainable increases in production.”

“Uno de los principales aportes de este estudio es poder clasificar a los productores de acuerdo con las áreas de producción y así determinar cuáles están en ecosistemas que ameriten investigación. Por ejemplo, se ha encontrado que muchos campesinos que antes se creían ubicados en áreas inapropiadas para producir arroz en realidad tienen potencial para incrementar su producción en forma sostenible”.

Integrated Management of Rice Blast

Manejo Integrado del Añublo del Arroz

A disease management approach that combines genetic, cultural, and chemical alternatives is demonstrating its effectiveness against rice blast, the most important rice disease, not only in Latin America, but in the world.

During more than two years of research, CIAT, ICA, and FEDEARROZ developed this methodology of integrated management. Preliminary trials were carried out at four locations in the Colombian Llanos, including CIAT's Santa Rosa station.

The high pressure of the pathogen and favorable conditions for its development at this last station allow reliable evaluation of materials and control practices (Photo 1, page 92). Furthermore, the environmental conditions at Santa Rosa (acid soils with low phosphorus and potassium contents, high iron contents, deficient drainage, high annual rainfall, and high relative humidity) are representative of conditions predominant in the rice-growing areas of Central America, Colombia, Venezuela, Ecuador, Peru, Brazil, and Bolivia.

Un método de manejo que integra alternativas genéticas, culturales y químicas está demostrando su efectividad contra el añublo del arroz (también conocido como piricularia), la enfermedad más importante del cultivo en América Latina y en el mundo.

Más de dos años de investigaciones por parte del CIAT, el ICA y FEDEARROZ permitieron desarrollar esta metodología de manejo integrado. Los ensayos iniciales se realizaron en cuatro sitios de los Llanos Orientales, Colombia, entre los cuales estaba la estación CIAT Santa Rosa.

En Santa Rosa la alta presión del patógeno y las condiciones ambientales favorables para su desarrollo permiten una evaluación más confiable de los materiales y de las prácticas de control (Foto 1, pag. 92). Por otra parte, sus condiciones (suelos ácidos con bajo contenido de fósforo y de potasio, alto contenido de hierro y deficiente drenaje, precipitación anual y humedad relativa altas) son representativas de las predominantes en el área arroceras de gran parte de América Central, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia.

The Pathogen and Its Incidence

Rice blast, caused by the fungus *Pyricularia oryzae*, is found in almost all rice-producing countries and, in some regions, it is highly destructive. The pathogen attacks several plant organs, including the leaf blade and collar, stem nodes and collar, peduncle, axis, and panicle spikelets (Photo 2, page 92). Spots or lesions produced by the pathogen may coalesce and cause leaf death, stem rot at the infected node, and rotting at the panicle base which often breaks. If infection occurs at the beginning of flowering, it causes empty grains and poor milling quality in those which manage to fill. In Colombia, yield losses to this disease may reach 80% in severely affected areas.

The use of resistant varieties has been and continues to be the basis for controlling rice blast; however, this resistance often breaks down with the appearance of a new strain of the fungus. The commercial usefulness of many materials that are otherwise valuable is therefore limited.

Negative Factors in Traditional Management

Traditional rice crop management in Latin America is deficient and costly, and includes practices that favor development of the disease. This was demonstrated by the diagnosis that national programs, together with CIAT, made in 1986 when developing their agronomic plans. The countries involved were Colombia, Ecuador, Venezuela, Brazil, Cuba, and Panama. In particular, three management practices favor disease development:

- Shortage of irrigation water or its poor management. Rice blast is significantly more severe in upland conditions, and also when irrigation is not sufficient and timely, or, above all, where land preparation is poor.

El Patógeno y su Incidencia

El añublo del arroz, causado por el hongo *Pyricularia oryzae*, se presenta en casi todos los países productores, y en algunas regiones es muy destructivo. El patógeno ataca varios órganos de la planta, incluyendo la lámina y el cuello de las hojas, los nudos del tallo, y el cuello, el pedúnculo, el eje y los granos de la panícula (Foto 2, pag. 92). Las manchas o lesiones que produce se pueden unir y causar la muerte de la hoja, la pudrición del tallo al nivel del nudo infectado, y la pudrición del cuello de la panícula seguida frecuentemente por su rotura. Si la infección ocurre al comienzo de la floración, produce granos vanos y baja calidad molinera de aquéllos que logran llenarse. En Colombia las pérdidas en rendimiento por esta enfermedad pueden llegar al 80% en zonas severamente afectadas.

El uso de variedades resistentes ha sido y continúa siendo la base para el control del añublo del arroz, pero esa resistencia se pierde frecuentemente debido al surgimiento de nuevas razas fisiológicas del hongo. En esta forma se limita el uso comercial de muchos materiales valiosos en diferentes aspectos, pero susceptibles al patógeno.

Factores Negativos en el Manejo Tradicional

El manejo tradicional del cultivo en América Latina es deficiente y costoso, e incluye prácticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad. Así lo indica el diagnóstico que, como una base para la elaboración de planes de agronomía en varios países de la región (Colombia, Ecuador, Venezuela, Brasil, Cuba y Panamá), han adelantado desde 1986 los respectivos programas nacionales y el CIAT. Tres de tales prácticas están incidiendo de una manera especial:

- Deficiencia del agua de riego o su mal manejo. El añublo del arroz es significativamente más severo en condiciones de secano, como también bajo riego cuando éste no es suficiente y oportuno y, sobre



1

1 Evaluation of blast resistance in rice. Santa Rosa, Colombia, showing contrast between resistant and susceptible varieties.

1 Contraste entre variedades resistentes y susceptibles al añublo del arroz evaluadas en Santa Rosa, Colombia.



2

2 Typical blast symptoms in rice leaf.

2 Síntomas típicos del añublo del arroz en la hoja.

- The use of high planting densities—a very common practice in Latin American countries
- Nitrogen fertilization in excess of crop requirements.

Methodology Components

Investigations so far carried out in Colombia indicate that when rice blast is endemic it need not be controlled with fungicides, but with only good management of irrigation, appropriate cultural practices, and use of resistant varieties, adequate cultural practices alone will reduce the disease and increase yields.

The table shows that, in irrigated rice, yields can be increased by 1.0-1.5 t/ha when the quantity of seed (from 200 kg to 100 kg) and nitrogen (from 160 kg to 80 kg) are both reduced by 50%, regardless of chemical control. In upland rice, although yields are lower in all cases, differences between conventional management and the proposed

todo, en suelos deficientemente preparados.

- Uso de altas densidades de siembra, práctica muy común en los países latinoamericanos.
- Fertilización con dosis altas de nitrógeno, frecuentemente superiores a las requeridas.

Componentes de la Metodología

Las investigaciones adelantadas hasta ahora en Colombia indican que cuando el añublo del arroz es endémico se puede controlar sin la aplicación de fungicidas, mediante el buen manejo de los factores riego, prácticas culturales y resistencia. El solo uso de prácticas culturales adecuadas proporciona un buen control de la enfermedad y permite aumentar los rendimientos.

En el cuadro se observa que en el arroz de riego es posible incrementar el rendimiento en 1.0-1.5 t/ha disminuyendo en 50% la cantidad de semilla (de 200 kg a 100 kg), y en 50% la

Results obtained from integrated rice blast management for the susceptible variety CICA 8, Llanos Orientales, Colombia, 1988.

Resultados obtenidos con el manejo integrado del añublo del arroz en la variedad susceptible CICA 8, en los Llanos Orientales, Colombia, 1988.

Treatment (Tratamiento)	Planting density (Densidad de siembra) (kg/ha)	Adjusted yields ^a according to fertilization (Rendimientos ajustados ^a según fertilización) (kg/ha)	
		80 kg N	160 kg N
Irrigated rice with protection (Arroz de riego con protección)	100	6.6	6.5
	200	5.6	5.6
Irrigated rice without protection (Arroz de riego sin protección)	100	6.2	6.2
	200	6.3	4.7
Upland rice with protection (Arroz de secano con protección)	100	3.8	2.5
	200	3.3	2.2
Upland rice without protection (Arroz de secano sin protección)	100	3.7	2.5
	200	2.9	2.0

a. Adjusted yield = total yield minus the quantity of grain valued as equivalent to the costs of management practices used (that is, seed + protection + fertilizer).
[Rendimiento ajustado = rendimiento total menos cantidad de grano equivalente a los costos de las prácticas (semilla + protección + fertilizante).]

methodology are even greater. In other words, excessive nitrogen fertilization and high planting densities are more harmful in upland conditions.

It is possible to control outbreaks of the disease without chemical protection, even in susceptible varieties. This is achieved by adequately managing the irrigation water, and ensuring low levels of nitrogen fertilization without neglecting the nutritional needs of the plant. When irrigation is not well managed, resistance becomes the most important factor in preventing outbreaks of the disease.

Nevertheless, chemical control is important in upland conditions. The most effective control was obtained at Santa Rosa by treating seed and plants, the plants at booting stage and at panicle emergence. Chemical seed treatment is usually very practical, because it is more economical, requiring much less product than foliar treatment, and can protect the plant for as long as 40 days after planting.

In both irrigated and upland conditions, the elimination of crop residues is important: the fungus can survive saprophytically, even in tissues of highly resistant lines.

In summary, the integrated approach proposed for managing rice blast comprises the following:

- Reduction in the quantity of seed per hectare to less than half the quantity currently used in Latin America.
- Reduction by as much as half the applications of nitrogen fertilizers, while maintaining minimal levels for crop requirements.
- Reduction or elimination, as the case may be, of fungicide applications.
- Timely and adequate use of irrigation water, when available
- Integration of the above-mentioned practices with adequate weed and pest management. Farmers

dosis de nitrógeno (de 160 kg a 80 kg), sea que se aplique control químico o no. En el arroz de secano, aunque los rendimientos son inferiores en todos los casos, las diferencias entre el manejo convencional y la metodología propuesta son aún mayores. En otras palabras, en condiciones de secano las altas dosis de nitrógeno y las altas densidades de siembra son más nocivas.

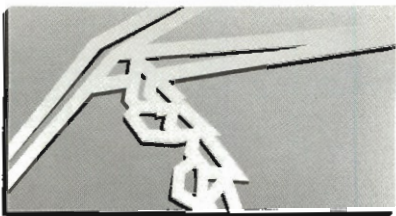
Incluso las epifitias son controlables sin aplicaciones químicas, aun usando variedades susceptibles. Eso se logra manejando adecuadamente el agua de riego y siempre y cuando se usen dosis bajas de nitrógeno (sin descuidar las necesidades nutricionales de la planta). Cuando no se maneja bien el riego, la resistencia se torna en el principal factor para prevenir epidemias.

Por otra parte, en condiciones de secano el control químico es importante. En Santa Rosa éste se obtuvo tratando la semilla y haciendo dos aplicaciones a la planta, una en la etapa de embuchamiento y otra a la emergencia de la panícula. El tratamiento químico de la semilla suele resultar muy práctico, ya que es más económico que el foliar porque requiere menos cantidad del producto, y puede proteger la planta hasta los 40 días después de la siembra.

Tanto en condiciones de riego como de secano la eliminación de los residuos de cosecha es importante porque el hongo puede sobrevivir saprofiticamente, incluso en tejidos de líneas altamente resistentes.

En resumen, el método propuesto para el manejo integrado del añublo del arroz comprende los siguientes puntos:

- Disminución en la cantidad de semilla por hectárea, hasta menos de la mitad de la cantidad usada actualmente en América Latina.
- Disminución hasta en 50% en las dosis de los fertilizantes nitrogenados manteniendo, desde luego, una fertilización mínima según los requerimientos del cultivo.
- Disminución y aun eliminación, según el caso, de las aplicaciones de fungicidas.
- Uso oportuno y adecuado del agua de riego, si se dispone de ella.



frequently use high rates of seed and fertilizers in their anxiety to counteract weed and pest problems.

Perspectives for Rice Blast Management

Testing the proposed methodology has also begun in Venezuela and Ecuador. In 1990, validation tests will be carried out. In light of the good results obtained in the comparatively adverse conditions of the Santa Rosa station, it is expected that the methodology will be applicable to many other production areas.

Meanwhile, genetic resistance continues to be a basic and economical factor in the struggle against the disease. It is necessary to continue research to better understand the plant-pathogen interaction and, especially, the changes that the pathogen presents over time and in relation to existing varieties.

Likewise, it is hoped that, by integrating weed, pest, and disease management, farmers can be offered an effective system of integrated rice crop management.

- Integración de las prácticas anteriores con un manejo adecuado de las malezas y de los insectos plaga. Frecuentemente las altas dosis de semillas y de fertilizantes que usan los agricultores obedecen a su afán de contrarrestar por ese medio las malezas y plagas.

Perspectivas para el Manejo del Añublo del Arroz

La metodología propuesta se ha empezado a probar también en Venezuela y Ecuador. En 1990 se llevarán a cabo pruebas de validación, y se espera va a tener aplicación en muchas áreas productoras, teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos en condiciones comparativamente adversas como las de la estación Santa Rosa.

Mientras tanto, la resistencia continúa siendo un factor básico y económico en la lucha contra la enfermedad. Es necesario continuar con las investigaciones para entender bien la interacción planta-patógeno, y en especial los cambios que este último presenta a través del tiempo y en relación con las variedades existentes. Asimismo, se espera que al integrar el manejo de las enfermedades con el de las malezas y las plagas, se podrá ofrecer a los agricultores un buen sistema de manejo integrado del cultivo del arroz.

Rice for Acid Soils of the Savannas

Arroz para los Suelos Acidos de las Sabanas

After five years of breeding by CIAT and ICA in Colombia, and CNPAF-EMBRAPA* in Brazil, the most promising upland rice lines have been selected for yield trials in the acid soils of the savannas. With these lines, vast areas of the American tropics, traditionally farmed by extensive cattle ranching because of the savannas' restrictive environments for agriculture, can be incorporated into more intensive crop production. These rice cultivars open up the prospect of cultivating rice in rotation or in association with improved pastures or other crops in a sustainable farming system.

The Savannas' Agricultural Potential

The savanna ecosystem covers about 300 million hectares, comprising the Colombian Eastern Plains (Llanos Orientales), the Venezuelan Llanos, and the Brazilian Cerrados. The ecosystem is characterized by well-drained acid Oxisols and Ultisols, which have low pH (≈ 4.5) and excess aluminum, and deficiencies in phosphorus, calcium, magnesium, and potassium.

Después de cinco años de trabajo de mejoramiento por parte del CIAT, el ICA en Colombia, y CNPAF/EMBRAPA* en Brasil, se han seleccionado para pruebas de rendimiento en suelos ácidos de sabana las líneas más promisorias de arroz de secano. Con ellas será posible incorporar a la producción agrícola más intensiva vastas extensiones de tierra en el trópico americano tradicionalmente explotadas en ganadería extensiva debido a sus condiciones restrictivas para la agricultura. Estos cultivares abren la perspectiva de explotar el cultivo de arroz en rotación o asociación con pastos mejorados o con otros cultivos en un sistema sostenible para este tipo de suelos.

Potencial Agrícola de las Sabanas

El ecosistema de sabanas abarca cerca de 300 millones de hectáreas comprendidas por los Llanos Orientales de Colombia, los Llanos de Venezuela y los Cerrados de Brasil. Los suelos ácidos bien drenados, Oxisoles y Ultisoles, con bajo pH (≈ 4.5) y exceso de aluminio, y deficiencia de fósforo, calcio, magnesio y potasio, son característicos de ese ecosistema.

* Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

A portion not yet determined of this area, with moderate slopes, rainfall distribution acceptable for the crop, and with infrastructure for processing and marketing, could be utilized for rice farming.

Currently, in 'campo cerrado' and northeastern Brazil, mechanized farmers plant more than three million hectares in improved upland rice varieties that yield, on average, 1.5 t/ha, with moderate use of inputs. This low yield results from drought, susceptibility to diseases, and lodging, when planted under high fertility conditions after soybeans; also, from lack of responsiveness to inputs

Development of Cultivars Tolerant to Acid Soils

To expand production area and improve yields, CIAT's Rice Program sought to develop lines tolerant to acid soils and adapted to moderate or low use of inputs, while still responsive to higher fertilizer inputs.

This task was begun by selecting upland cultivars of African and Brazilian origin. The African cultivars had been developed by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and the Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT). These materials contribute to diversifying the Latin American genetic base in rice, which, until now, has mostly been of Asian origin (Photo 1, page 98).

African and Brazilian germplasm, on the whole, possesses tolerance to soil acidity and disease resistance, but is susceptible to *Sogatodes* spp. (rice planthopper) which is also the vector for the 'hoja blanca' virus. Neither is its grain quality the most desirable. Nevertheless, some varieties developed by IRAT for Madagascar have acceptable grain quality and tolerance to the planthopper-hoja blanca complex, but are susceptible to acid soils, rice blast, and leaf scald.

De esa extensión, una fracción todavía no determinada que posee pendientes moderadas, distribución de lluvias aceptable para el cultivo, e infraestructura para su procesamiento y mercadeo, podría utilizarse para la siembra de arroz. Actualmente en 'campo cerrado' y el nordeste de Brasil, agricultores tecnificados siembran más de tres millones de hectáreas con variedades mejoradas de arroz de secano que rinden, en promedio, 1.5 t/ha, con uso moderado de insumos. Este bajo rendimiento se debe principalmente a la sequía, a la susceptibilidad a enfermedades y al volcamiento, cuando se siembran en condiciones de alta fertilidad después de la soya; también a falta de respuesta a los insumos.

Desarrollo de Cultivares Tolerantes a Suelos Ácidos

Para ampliar el área de producción y mejorar los rendimientos, el Programa de Arroz del CIAT buscó desarrollar líneas tolerantes a suelos ácidos, adaptadas al uso moderado o bajo de insumos, pero también receptivas a mayores cantidades de fertilizantes.

Esta labor se inició con la selección de cultivares para secano provenientes de África y Brasil. Los primeros habían sido desarrollados por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) y por el Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT). Este aporte de materiales contribuye además a diversificar la base genética del arroz en América Latina, hasta ahora proveniente en su mayor parte de Asia (Foto 1, pag. 98).

El germoplasma africano y brasileño poseía buena tolerancia a la acidez y resistencia a enfermedades, pero era susceptible a sogata y al virus de la hoja blanca, y su calidad de grano no era la más deseable. Algunas variedades desarrolladas por el IRAT para Madagascar sí poseían calidad de grano aceptable y tolerancia al complejo sogata-hoja blanca, pero eran susceptibles a suelos ácidos, añublo del arroz y escaldado.



1

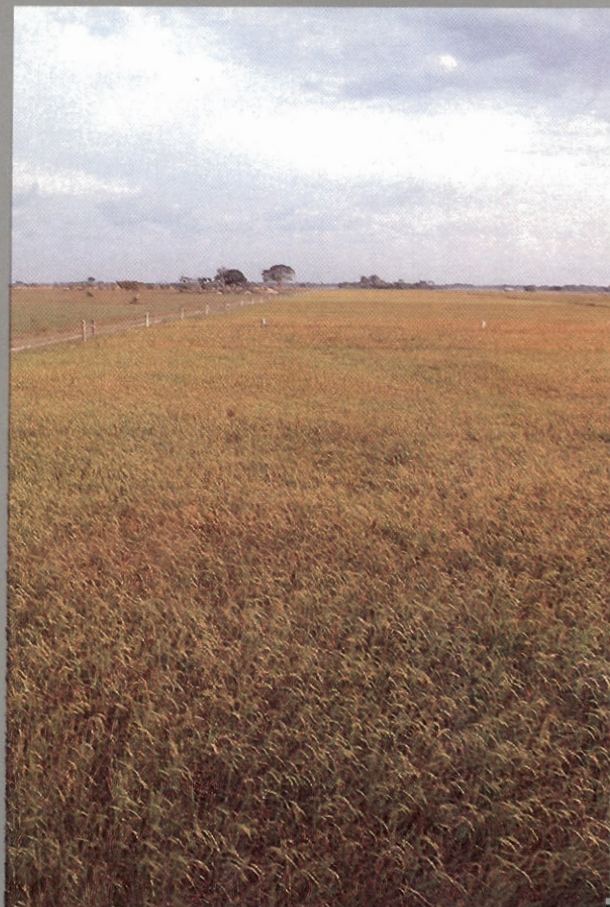
1 Most material developed for the savannas responds well to anther culture which is being used to broaden the genetic base of irrigated rice. Material being evaluated at CIAT-Palmira, Colombia.

1 La mayor parte del material desarrollado para sabana responde bien al cultivo de anteras; éste se está utilizando para ampliar la base genética del arroz de riego. Material en evaluación en CIAT-Palmira, Colombia.

2

2 Rice line CT 6196-33-11-1-3M (photo) was selected as one of the most promising for the acid soil regions of Colombia. Rice plot in Matazul, Llanos Orientales.

2 La línea CT 6196-33-11-1-3M (foto) se seleccionó como una de las más promisorias para las sabanas de suelos ácidos en Colombia. Parcela en Matazul, Llanos Orientales.



3

3 Savanna rice lines perform well on small traditional farms such as this one in Tierralta, Colombian north coast.

3 Las líneas de sabana mostraron buen comportamiento en pequeñas fincas como ésta, con sistemas tradicionales de cultivo. Tierralta, costa norte colombiana.

As a result of crosses among the most promising of the above materials, segregating populations were obtained and evaluated at ICA's La Libertad experimental station in the Colombian Llanos under typical savanna conditions, with low-fertilizer treatments. Evaluations were made under high disease pressure, and lines resistant to the planthopper-hoja blanca complex were selected for Colombia. Upland materials were also selected from these early generations for their plant height, vigor, and architecture, taking into account fertilization levels and crop management practices.

The qualities sought were, in general, tolerance to acid soils, rice blast, the fungi *Helminthosporium* and *Rhynchosporium*, bacterial grain discoloration, and the planthopper-hoja blanca complex; at the same time, materials were to have strong stems that were resistant to lodging, deep roots, grain quality acceptable to the consumer, and yields attractive to the producer.

Results in Colombia

The yield potential of some cultivars used as parents was evaluated in 1986-1987 with different fertilization levels, including one treatment without inputs. In 1988, one group of advanced lines was evaluated, with good results, in the piedmont of the Colombian Llanos in soils of low fertility, pH 4.9, and very high aluminum saturation, also using different fertilization levels.

The line P 5589-1-1-3P-4M yielded 4.8 t/ha with fertilizer, a yield similar to that of irrigated rice and 54% superior to that of the check, the widely cultivated Brazilian variety IAC 165. With low inputs, the production of line P 5589 was 3.3 t/ha, while IAC 165 yielded 3.1 t/ha under the same conditions. Production of 2.5 t/ha on savannas is considered as very satisfactory because production costs under those conditions are equivalent to 1.4 t/ha

Como resultado de los cruces entre lo mejor de uno y otro material, se obtuvieron las poblaciones segregantes que se evaluaron en la estación experimental La Libertad, del ICA, en los Llanos Orientales de Colombia, en condiciones típicas de sabana, con tratamientos bajos en fertilizantes. Las evaluaciones se hicieron con alta presión de enfermedades, y las líneas que se mostraron resistentes al complejo sogata-hoja blanca fueron seleccionadas para Colombia. De estas generaciones tempranas se seleccionaron, por su altura, vigor y arquitectura de la planta, materiales para secano, teniendo en cuenta niveles de fertilización y prácticas de manejo.

Las cualidades buscadas eran, en general, tolerancia a suelos ácidos, a añublo del arroz, a los hongos *Helminthosporium* y *Rhynchosporium*, a manchado del grano y tolerancia a sogata-hoja blanca; al mismo tiempo, debían tener tallos fuertes con resistencia al volcamiento, raíces profundas, calidad de grano aceptable para el consumidor y rendimientos atractivos para el productor.

Resultados en Colombia

El potencial de rendimiento de algunos cultivares utilizados como padres se evaluó en 1986-1987 con diferentes niveles de fertilización, incluyendo un tratamiento sin insumos. Para 1988 un grupo de líneas avanzadas se evaluó con buenos resultados en el piedemonte de los Llanos Orientales, en suelos de baja fertilidad, pH de 4.9 y muy alta saturación de aluminio, utilizando también diferentes niveles de fertilización.

La línea P 5589-1-1-3P-4M rindió 4.8 t/ha con fertilizantes—rendimiento similar al del arroz con riego—y 54% superior al del testigo, la variedad brasileña IAC 165, ampliamente cultivada. Con bajos insumos, la producción de la línea P 5589 fue de 3.3 t/ha; IAC 165 rinde en las mismas condiciones 3.1 t/ha. Una producción de 2.5 t/ha en las sabanas es muy satisfactoria ya que el costo de producción en esas condiciones equivale a 1.4 t/ha.

Un grupo de 21 líneas ha sido seleccionado por el ICA para pruebas

ICA selected a group of 21 lines for advanced yield trials, of these, the 10 best were selected for further breeding. Six others were selected as advanced lines (Photo 2, page 98). Both groups were evaluated under moderate and low fertilization (Table 1)

In on-farm evaluation trials, under traditional farming conditions (no inputs), some cultivars performed well; in one case, with yields 30% higher than the best local varieties. In collaboration with ICA, these materials were evaluated on small farms at two Colombian north coast locations (Photo 3, page 98), using the traditional planting with a digging stick. The local varieties are tall and susceptible to lodging. In comparison, the results of the six acid-tolerant lines were outstanding, with yields 17% to 34% superior, mainly because of their disease resistance

avanzadas de rendimiento, las 10 mejores entre ellas para seguir en mejoramiento, y seis como líneas avanzadas (Foto 2, pag. 98). El rendimiento de ambos grupos bajo fertilización moderada y baja se observa en el Cuadro 1.

En ensayos en fincas de agricultura tradicional (sin insumos) algunos cultivares pasaron la prueba, en un caso con rendimientos superiores en 30% a las mejores variedades locales. En colaboración con el ICA estos materiales se ensayaron en fincas pequeñas en dos localidades de la costa atlántica de Colombia (Foto 3, pag. 98), utilizando el sistema tradicional de siembra a chuzo. Allí las variedades disponibles son de porte alto y susceptibles al volcamiento. En contraste, los resultados de seis líneas tolerantes a suelos ácidos fueron sobresalientes, con rendimientos superiores en 17% a 34%, principalmente por su resistencia a enfermedades.

Table 1. Grain yield (kg/ha) of 10 lines selected for breeding and six advanced acid-soil-tolerant rice lines evaluated under two levels of fertilizer treatments at 'Corocoras' Farm, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Cuadro 1. Rendimiento en grano (kg/ha) de 10 líneas seleccionadas para mejoramiento y seis líneas avanzadas tolerantes a suelos ácidos bajo dos niveles de fertilización en la finca 'Corocoras', Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Breeding lines (Líneas para mejoramiento)	Fertilizer treatment* (Tratamiento fertilización)*		Advanced lines (Líneas avanzadas)	Fertilizer treatment*	
	Moderate	Low (Bajo)		Moderate	Low
CT 7244-9-2-1-52-1	3533	2832	CT 6947-7-1-1-1-7M	2945	2604
CT 6947-7-1-4-2-1M	3290	2720	CT 6196-33-11-1-3M	2663	2359
CT 7232-5-3-7-1P-3M	2986	2350	CT 6261-5-7-2P-5	2578	2059
CT 7242-16-9-4-3-5M	2812	2377	P 5589-1-1-3P-5-2P	2525	2313
CT 7244-9-2-1-18-2	2690	2337	CT 6196-33-10-4-15	2481	2077
CT 6946-9-1-2-2-1M	2690	2337	CT 6196-33-10-4-9	2360	2080
CT 7079-43-1-2-1-1M	2599	2117			
CT 6946-2-5-3-3-2M	2590	1995			
CT 7242-16-9-1-1	2561	2277			
CT 7079-43-1-4-1-1M	2316	2564			
Check (Testigo)			Check		
IAC 165	2439	2079	IAC 165	2782	2430
Oryzica 2	865	280	Oryzica 2	754	503
LSD (P < 0.05) = 812 kg			LSD (P < 0.05) = 204 kg		

* Moderate levels of fertilizer (niveles moderados) (kg/ha) = 500 dolomitic lime (cal dolomítica) + 43 P + 23 K + 80 N, low levels of fertilizer (niveles bajos) (kg/ha) = 300 dolomitic lime + 28 P + 50 K + 80 N.

Results in Brazil

In 1987 and 1988, Brazilian breeders selected 35 advanced lines at La Libertad station, which were then evaluated at three locations in the Cerrados (Photos 4 and 5, page 102). Local upland varieties have low grain quality and are not well adapted to cropping systems in rotation with maize or soybean. Residual fertility encourages good yields, but lodging is common.

Most lines tested in Rondonópolis, Mato Grosso, yielded more than the local varieties: one of them, CT 6196-33-11-2-2P-6-B, yielded 4.2 t/ha, surpassing by 30% the highest yielding local variety. The same line was also evaluated at Goiânia, CNPAF headquarters, with yields of 4.0 t/ha.

Seven advanced lines from the above group were planted in semicommercial plots at Nova Olimpia, and yielded, on average, 5.1 t/ha (Table 2). This group was also evaluated at Goiânia with good

Resultados en Brasil

En 1987 y 1988 mejoradores brasileños seleccionaron 35 líneas avanzadas en La Libertad, las cuales fueron evaluadas en tres localidades en los Cerrados (Fotos 4 y 5, pag. 102). Allí las variedades tradicionales de secano tienen baja calidad de grano y no se adaptan bien a sistemas de cultivo en rotación con maíz o soya. La fertilidad residual hace que tengan buena producción pero tienden a volcarse.

La mayoría de las líneas ensayadas en Rondonópolis, Mato Grosso, rindió más que las tradicionales; una de ellas, la CT 6196-33-11-2-2P-6-B, rindió 4.2 t/ha, superando en 30% la variedad local más rendidora. La misma línea se evaluó en Goiânia, sede del CNPAF, con rendimientos de 4.0 t/ha.

Siete líneas avanzadas del grupo anterior se sembraron en parcelas semicomerciales en Nova Olimpia, con rendimientos de 5.1 t/ha en promedio (Cuadro 2). Este grupo se evaluó en Goiânia con buenos resultados. Cinco cultivares fueron seleccionados para

Table 2. Grain yield of seven breeding lines in semicommercial plots, Nova Olimpia, Mato Grosso, Brazil, 1988-1989.

Cuadro 2. Rendimiento en grano de siete líneas avanzadas en parcelas semicomerciales, Nova Olimpia, Mato Grosso, Brasil, 1988-1989.

Line	Yield* (Rendimiento) (kg/ha)
CT 6196-33-11-2P-6-B	5763
CT 6196-33-11-1-1-B	5803
CT 6196-33-11-1-2-B	5504
CT 6194-20-4-3P-4-B	5304
P 5589-1-1-3P-4-B	5250
CT 6194-20-4-3P-4-B	4889
CT 6196-33-2-9-4-B	3464
Local check (Testigo local)	
Araguaia	3269
Cuiabana	2625
IAC 47	2031

* Yield obtained from semicommercial plots of 1.5 ha.
(Rendimientos obtenidos en parcelas semicomerciales de 1.5 ha.)

SOURCE (FUENTE) EMPA/MT (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Mato Grosso, S.A.), 1988-1989



4

5

4 In Mato Grosso, Brazil, rice is commonly planted after soybean; however, traditional rice varieties usually lodge, which is not the case with the new savanna rice lines. **5** These are being selected under high rice blast pressure; susceptible material (left) is discarded. Blast-resistant sources come from African and Brazilian germplasm

4 En Mato Grosso, Brasil, es común sembrar arroz después de soya; sin embargo, las variedades tradicionales de arroz suelen volcarse, lo cual no sucede con las nuevas líneas de sabana. **5** Estas se están seleccionando bajo alta presión de añublo del arroz; el material susceptible (izquierda) se descarta. La resistencia al añublo proviene de germoplasma africano y brasileño.

results. Five cultivars were selected for preliminary observation trials, and so far perform well

ensayos preliminares de observación, y hasta el momento muestran buen comportamiento.

Prospects

As already mentioned, the acid-tolerant rice lines open up prospects for agricultural production on savannas for both traditional (as in Colombia) and mechanized farming (as in Brazil). Because they have been selected under high disease pressure similar to that of Africa and southern Asia, they should perform equally favorably in these regions as they do in Latin American savannas.

In those savannas, improved pasture technology is also available, opening up the possibility of rotation or association of these pastures with the new rice lines. Such a system promises sustainable farming, which is discussed in "Rice-Pastures: A Promising System for the Savannas" (page 135)

Perspectivas

Las líneas tolerantes a suelos ácidos abren mayores perspectivas de producción en sabanas a los agricultores de tipo tradicional como los de Colombia y a los agricultores tecnificados de Brasil. Los mismos materiales, seleccionados con alta presión de enfermedades similares a las de África y el sur de Asia, pueden tener en estas últimas regiones un comportamiento tan favorable como en las sabanas latinoamericanas.

Contándose ya para las mismas sabanas con tecnología de pasturas mejoradas, la rotación o asociación de éstas con las nuevas líneas de arroz abre perspectivas a un promisorio sistema de explotación sostenible. Este se presenta en la pag. 135, bajo el título "Arroz-Pastos: Sistema Promisorio para las Sabanas".

Tropical Pastures Program

Programa de Pastos Tropicales

For the past 10 years, this Program has been developing new germplasm and pasture technology for the poor acid soils of tropical Latin America. The purpose is to raise productivity of the tropical savannas and reclaim deforested and degraded areas in tropical forests. In carrying out this task, it has identified and evaluated grasses and legumes adapted to the soils, climates, and grazing systems of different regions representative of those ecosystems. The initial impact of this work is illustrated on page 10.

In the 1990s, the Program aims to achieve impact with, and massive adoption of, the technologies it developed. For this purpose, since 1989, it has followed four main strategies. Activities carried out in the application of some of those strategies are highlighted in the following pages.

La tarea de este Programa en los últimos 10 años ha sido desarrollar nuevo germoplasma y tecnologías de pasturas para los suelos ácidos y pobres de América Latina tropical. Esto con el objetivo de elevar los niveles de productividad de las sabanas tropicales y recuperar las áreas deforestadas y degradadas de los bosques tropicales. Para ello ha identificado y evaluado gramíneas y leguminosas adaptadas al suelo, al clima y al pastoreo en las diversas regiones representativas de tales ecosistemas. El impacto inicial de este trabajo aparece ilustrado en la pag. 10.

En los años noventa el Programa se propone fundamentalmente lograr el impacto y la adopción masiva de las tecnologías desarrolladas. Para ello orientó sus actividades a partir de 1989 según cuatro estrategias principales.

The first strategy is to document the soundness and commercial feasibility of using grass-legume pastures. Their potential has been documented experimentally in beef production, reproduction rates, and, more recently, in milk production (the latest described in "Pastures in Dual-Purpose Systems," page 107). However, experimental results are not enough to gain credibility among potential adopters. This was the case with the association *Andropogon gayanus-Stylosanthes capitata* in the Colombian Eastern Plains (Llanos Orientales). The process and principles derived from this experience are described in "The Long Road to Adoption. Experiences with a Forage Association" (page 111). The Program's activities will focus on two or three regions in the continent where pasture technology is sufficiently advanced and where national collaborators are prepared to undertake pilot projects linking research and development based on new grass and legume pastures.

The second strategy is that of enhancing the capacity of improved pastures to maintain or recover soil quality in pasture-based production systems on marginal lands. In implementing this strategy, the Program has assembled a team of scientists to study the factors constituting the pasture complex: soil, plants, and animal management, whose interaction determines nutrient recycling in the soil, persistence, and nitrogen-fixing level. It is hoped to develop management principles applicable to the above pasture components in order to maximize their contribution to fertility of poor acid soils.

The third strategy is to develop integrated agropastoral or silvopastoral systems for marginal acid soils. In this respect, in cooperation with CIAT's Rice Program, a rice-pasture system is being evaluated in acid-soil savannas ("Rice-Pastures: A Promising System for the Savannas," page 135). Among other advantages, the project is

Logros sobresalientes en desarrollo de algunas de ellas aparecen en páginas siguientes.

La primera estrategia es demostrar la eficacia y potencial comercial de las pasturas de gramíneas-leguminosas. Este potencial está documentado con resultados experimentales en producción de carne, en reproducción y, recientemente, en producción de leche (esta última descrita en "Las Pasturas en Sistemas de Doble Propósito", pag. 107). Sin embargo, los resultados experimentales no son suficientes para convencer inicialmente a los adoptadores potenciales. Esta experiencia, en el caso de la asociación *Andropogon gayanus-Stylosanthes capitata*, y los factores derivados de ella, aparecen descritos en "El Largo Camino de la Adopción: Experiencias con una Asociación Forrajera" (pag. 111). El Programa enfocará actividades en dos o tres regiones del continente, donde la tecnología de pasturas esté suficientemente avanzada, y donde los colaboradores nacionales estén dispuestos a desarrollar proyectos piloto dirigidos a articular la investigación con el desarrollo basado en las nuevas pasturas de gramíneas y leguminosas.

La segunda estrategia es elevar la capacidad de las pasturas mejoradas para conservar o incrementar la calidad del suelo en sistemas de producción basados en pasturas. En aplicación de esta estrategia, el Programa está conformando un equipo de científicos para estudiar el complejo pastura en sus componentes suelo, plantas y manejo de animales, cuya interacción define la persistencia y el nivel de fijación de nitrógeno, y el reciclaje de nutrimentos del suelo. La expectativa es desarrollar principios de manejo de tales componentes de la pastura para maximizar su contribución a la fertilidad de los suelos ácidos y pobres.

La tercera estrategia es la de desarrollar sistemas integrados agropastoriles o silvopastoriles en tierras ácidas marginales. A este propósito, conjuntamente con el Programa de Arroz del CIAT, el sistema experimental arroz-pastos en sabanas de suelos ácidos ("Arroz-Pastos: Sistema Promisorio para las Sabanas", pag. 135) está demostrando importantes economías al sembrar pastos

showing important economic gains from planting pastures after rice, and demonstrating their ability to improve soils and to contribute to the sustainability of the system.

The fourth strategy is to strengthen national capabilities in the context of supply and demand for legume-based technologies. Two aspects are examined in this respect: the development and contributions of the International Tropical Pastures Evaluation Network (RIEPT in Spanish) in "Ten Years of RIEPT" (page 115); and genetic improvement of two of the most valuable forages for the region, in "Genetic Improvement of *Centrosema* and *Brachiaria*" (page 123).

The strategy of strengthening national programs includes extending germplasm development to the subhumid savannas in Africa and Southeast Asia. This demands the study of quarantine requirements for transfer of material between continents. To this aim, CIAT's Virology Research Unit cooperated with the Program in identifying and detecting viruses attacking three forage legumes ("Virus Detection in Forage Legumes," page 129).

después de arroz y, entre otros aportes, la capacidad regeneradora del suelo por parte de las pasturas gramíneas-leguminosas y su contribución a la preservación del sistema.

La cuarta estrategia contempla el fortalecimiento de la capacidad nacional en cuanto a la provisión y demanda de tecnología mejorada de pasturas. En este sentido, se examinan brevemente la evolución y los aportes de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) en "Diez Años de la RIEPT" (pag. 115) y los esfuerzos de fitomejoramiento de dos especies muy valiosas para la región, en "Mejoramiento Genético de *Centrosema* y *Brachiaria*" (pag. 123).

El fortalecimiento de los programas nacionales incluye la expansión del desarrollo de germoplasma para las sabanas subhúmedas de África y el sudeste de Asia. Esto exige que los requisitos cuarentenarios para traslado de material entre continentes sean estudiados. Con tal propósito, la Unidad de Investigación en Virología del CIAT colabora con el Programa en la identificación y detección de virus en tres leguminosas forrajeras ("Detección de Virus en Leguminosas Forrajeras", pag. 129).



1

- 1 "...it is only a short time ago that Latin American research organizations have become interested in the study of dual-purpose cattle farming. This suggests the need to integrate government support efforts with those of research and technology transfer, in order to rescue this system from anonymity. In this manner, it will be possible to increase its production and productivity, which, in the end, will mean a higher income for the producer and increased availability of beef and milk." Luis Arango Nieto, Instituto Colombiano Agropecuario, translation of quote from the introduction to the Proceedings of the Dual-Purpose Cattle Farming Seminar, Bogotá, Colombia, 1986.

- 1 "...hace relativamente poco tiempo, las entidades de investigación de los países latinoamericanos han comenzado a interesarse por el estudio del sistema de producción bovina de doble propósito. Esto sugiere la necesidad de aunar los esfuerzos tanto de apoyo gubernamental, como de investigación y transferencia de tecnología, para intentar sacar del anonimato este sistema. Así se logrará aumentar su producción y productividad, lo que en último término significará mayores ingresos al productor y mayor oferta de carne y leche". Luis Arango Nieto, Instituto Colombiano Agropecuario, en la introducción a las Memorias del Seminario sobre Ganadería de Doble Propósito, Bogotá, Colombia, 1986.

Pastures in Dual-Purpose Systems

Las Pasturas en Sistemas de Doble Propósito

Given the importance of mixed beef and milk production systems (dual-purpose) in the vast acid-soil areas of tropical America, the Tropical Pastures Program is investigating the role of grass-legume pastures in this type of farming system. First results confirm the potential of these pastures for increasing animal productivity.

Reasons for Research

Dual-purpose production systems are economically important in tropical rain forest and savanna ecosystems and in areas with moderately acid soils, principally in Central America. Thus, for example, in Colombia, Panama, and Nicaragua, dual-purpose cattle farming contributes 86%, 67%, and 75% of total milk production, respectively.

Additional reasons for research are the high relative price of milk, low investment additional to that required for beef production only, employment potential for underutilized labor, and additional cash income for the producer through the sale of milk and cheese. There are also income multiplier effects, benefiting input suppliers and dairy processors (Photo 1).

Dada la importancia de los sistemas mixtos de producción de carne y leche (doble propósito) en vastas zonas de suelos ácidos de América tropical, el Programa de Pastos Tropicales está investigando el papel de las pasturas de gramíneas y leguminosas en este tipo de explotaciones. Los primeros resultados confirman el potencial de estas pasturas para aumentar la productividad animal.

Razones de la Investigación

Los sistemas de producción de doble propósito son económicamente importantes en los ecosistemas de bosque húmedo tropical y sabanas y en áreas de suelos moderadamente ácidos, principalmente de América Central. Así por ejemplo, en Colombia, Panamá y Nicaragua, la ganadería de doble propósito contribuye con 86%, 67% y 75% de la producción total de leche, respectivamente.

Razones adicionales para la investigación son: el alto precio relativo de la leche, la baja inversión adicional a la requerida para producción de carne solamente, el potencial de empleo para mano de obra subutilizada, y el ingreso

Besides investigating the advantages of improved pasture technologies on farms, this project seeks to learn more about the problems and limitations of the dual-purpose system, and to evaluate technological packages coming from experiment stations, which aim to preserve the ecosystem through the application of suitable management practices.

First Results

In Quilichao, northern Cauca, Colombia, in low-fertility acid soils, milk production in pastures with grass alone and grass in association with legumes is being evaluated. In this study, an attempt is being made to determine pasture potential in the absence of limitations imposed by animal genotype. Thus, crossbred Holstein cows, which are high producers, are used in an alternate grazing system.

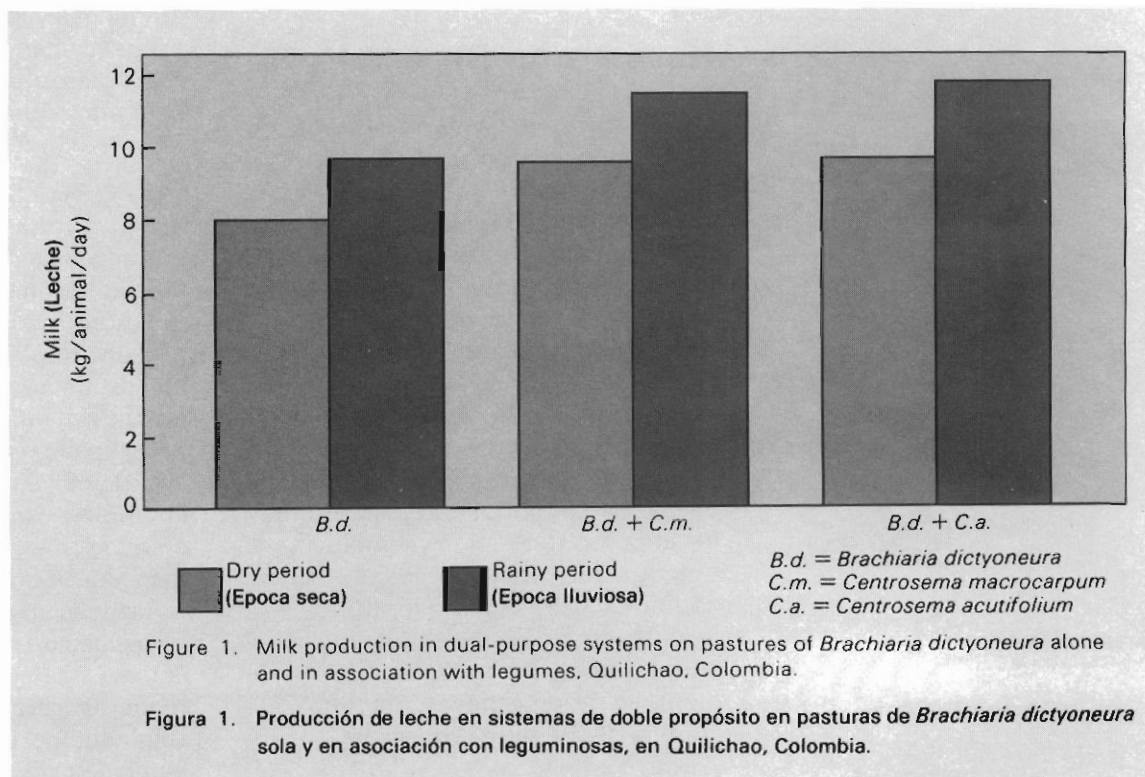
Figure 1 illustrates how daily milk production increased about two liters

adicional en efectivo para el productor por la venta de leche y queso. También hay un efecto multiplicador de ingresos para los proveedores de insumos y procesadores de productos lácteos (Foto 1, pag. 106).

Además de investigar en fincas las ventajas de tecnologías de pasturas mejoradas, este proyecto busca conocer más de cerca los problemas y limitaciones del doble propósito, y evaluar paquetes tecnológicos procedentes de estaciones experimentales, que buscan la preservación del ecosistema mediante la aplicación de prácticas adecuadas de manejo.

Primeros Resultados

En Quilichao, norte del Cauca, Colombia, en suelos ácidos de baja fertilidad, se está evaluando la producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas. Este estudio trata de determinar el potencial de las pasturas en ausencia de las limitaciones impuestas por el genotipo animal, por lo cual se utilizan vacas de alto mestizaje Holstein altamente productivas en un sistema de pastoreo alterno.



on the association *Brachiaria dictyoneura*-*Centrosema* species during the rainy and dry periods, compared with grass alone. The results also indicate that *Centrosema*, a high-quality productive legume, in association with grasses, can increase milk production by as much as 20%, or even more, if the grass is deficient in nitrogen (Photo 2, page 110).

La Figura 1 ilustra cómo durante las épocas seca y lluviosa la producción diaria de leche aumentó aproximadamente dos litros en la asociación de *Brachiaria dictyoneura* con especies de *Centrosema*, en comparación con la gramínea sola. Los resultados indican además que *Centrosema*, una leguminosa productiva y de alta calidad, asociada con gramíneas, puede incrementar hasta en 20% la

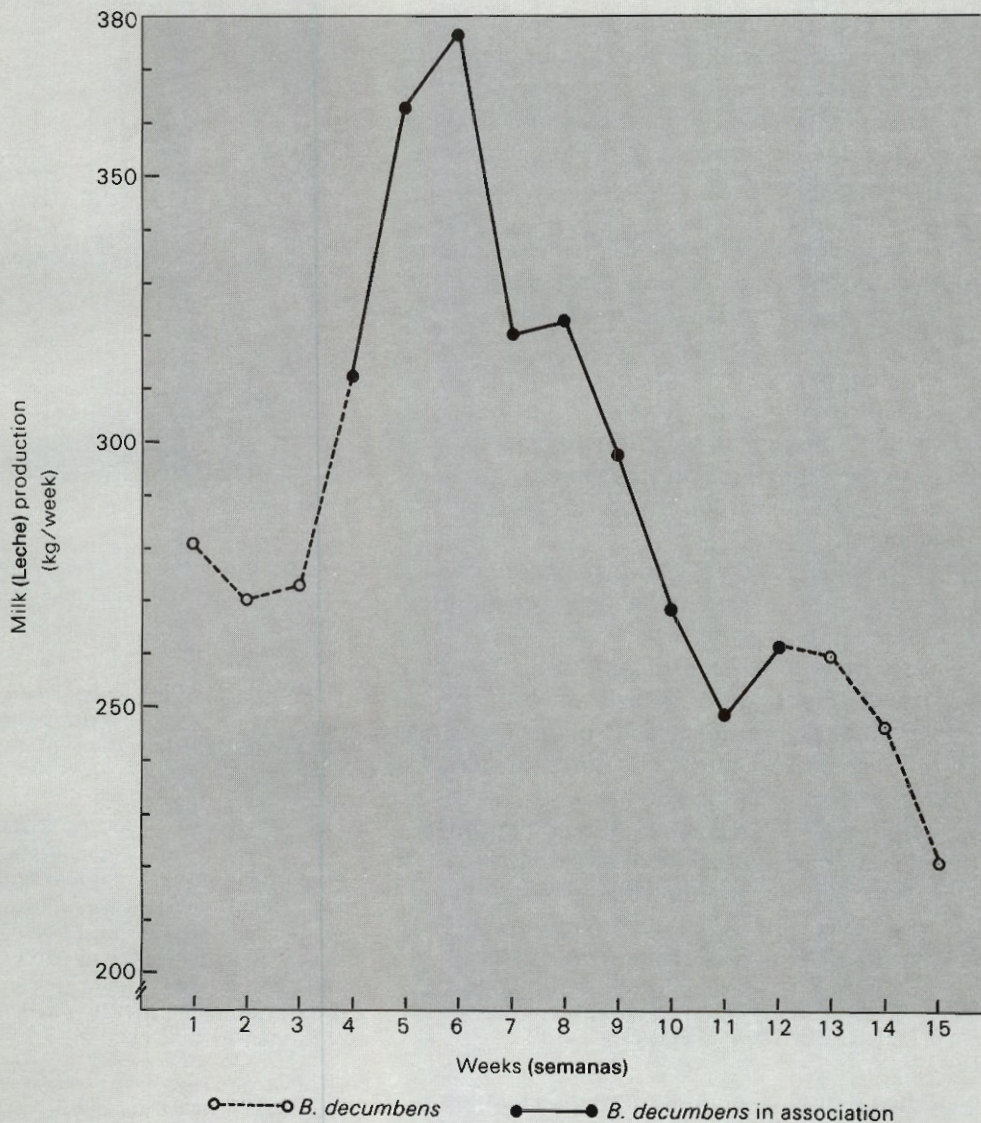


Figure 2. Milk production in a dual-purpose system in pastures of *Brachiaria decumbens* alone and in association with legumes, La Libertad, Meta, Colombia.

Figura 2. Producción de leche en un sistema de doble propósito en pasturas de *Brachiaria decumbens* sola y en asociación con leguminosas, en La Libertad, Meta, Colombia.

The increase in production has a direct effect on farmers' income, because they can also reduce purchase of feed supplements, which are used in many dual-purpose cattle systems in the tropics to compensate for the low nutritive level of pastures. Such increases in production are attractive for those tropical countries where milk quotas and prices are fixed, based on production during the dry period.

In the Andean piedmont of the Colombian departments of Meta and Caquetá, research was begun in 1988 on 10 farms, located on Oxisols and Ultisols dedicated to dual-purpose farming with herds no larger than 30 animals (Photo 3)

The pastures on those farms consisted of *Brachiaria decumbens* alone and in association with a mixture of *Centrosema acutifolium*, *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, *Desmodium ovalifolium*, and *Arachis pintoi*. The animals, in a dual-purpose system, were managed with periods of occupation and rest suitable for the requirements of the species.

In Figure 2 (page 109), the impact of the association on production at La Libertad experimental station, Meta, is clearly seen, especially during the three weeks following the introduction of animals into the pasture. The increases in milk production are significant: they occurred in the first year when there still existed an effect on the quality of the pasture with grass alone from the mineralization of nutrients resulting from soil preparation.

Future Development

These studies, to be complemented by others being carried out in the settlement areas of the rain forest in the Peruvian Amazon region, will effectively contribute to dual-purpose farming technology. This system is one of the most important, though little known, traditional systems for cattle farming in tropical America.

producción de leche, o aún más, si la gramínea es deficiente en nitrógeno (Foto 2).

El aumento en producción tiene un efecto directo en los ingresos del ganadero, quien además puede disminuir la compra de suplementos, utilizados en muchas ganaderías de doble propósito en el trópico para compensar el bajo nivel nutritivo de las pasturas. Igualmente, es atractivo en aquellos países tropicales donde se fijan las cuotas y precios de la leche con base en la producción durante la época seca.

En el piedemonte andino en los departamentos del Meta y Caquetá en Colombia, se inició la investigación en 1988 en 10 fincas, localizadas en Oxisoles y Ultisoles, dedicadas a la explotación de doble propósito con hatos no mayores de 30 animales (Foto 3).

Allí las pasturas consisten en *Brachiaria decumbens* sola y en una asociación de ésta con una mezcla de *Centrosema acutifolium*, *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, *Desmodium ovalifolium* y *Arachis pintoi*. Los animales, en sistema de doble propósito, se manejan con períodos de ocupación y descanso adecuados a los requerimientos de las especies.

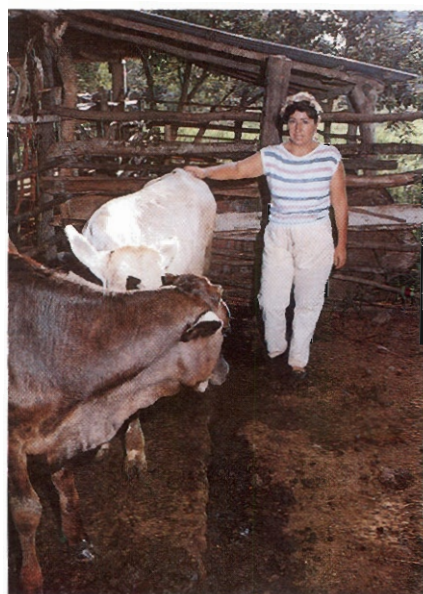
En la Figura 2 (pag. 109) se observa en forma clara el impacto de las asociaciones en la producción de la estación experimental La Libertad en Meta, especialmente durante las tres semanas siguientes a la introducción de los animales a la pastura. Los aumentos en producción de leche son bastante significativos, ya que ocurren en el primer año, cuando aún existe el efecto en la calidad de la gramínea sola de la mineralización de los nutrimentos, como resultado de la preparación del suelo.

Desarrollo Futuro

Estos estudios, complementados con los que se adelantan en la Amazonia peruana en condiciones de colonización del bosque húmedo, permitirán hacer aportes efectivos de tecnología de doble propósito, uno de los sistemas tradicionales más importantes pero poco conocidos de la explotación ganadera en América tropical.



2



3

2 *Brachiaria dictyoneura*-*Centrosema acutifolium* pasture association in a dual-purpose cattle farming system Quilichao, Colombia.

2 Pastura de la asociación *Brachiaria dictyoneura*-*Centrosema acutifolium* en sistema de doble propósito, en Quilichao, Colombia.

3 "By introducing associated pastures, we have eliminated cut-and-carry pasture and feed concentrates, and yet we have maintained milk production and animal development. This means we can dedicate more time to other tasks on the farm," says Magdalena Tapias, owner of Las Nieves farm near Villavicencio, Colombia.

3 "Con la introducción de pasturas asociadas hemos eliminado la práctica de pasto de corte y el suministro de concentrado, manteniendo la producción de leche y el desarrollo de los animales. Esto nos permite dedicar mayor tiempo a otras tareas dentro de la explotación", dice Magdalena Tapias, propietaria de la finca Las Nieves, en Villavicencio, Colombia.

The Long Road to Adoption: Experiences with a Forage Association

El Largo Camino de la Adopción: Experiencias con una Asociación Forrajera

Fifteen years after introducing *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* germplasm to Colombia, the association of selections from these forage species—product of extensive research on pastures for savanna acid soils—has begun to be accepted by cattlemen of the Colombian Eastern Plains (Llanos Orientales).

The pioneer nature of this association (legumes were not known on the Llanos as pasture components) and the absence of adequate and timely promotion among potential adopters contributed to the slow adoption. From this long process, CIAT and the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) have gained experiences applicable to their work on development and technology transfer for the soils of tropical Latin America (Photo 1, page 112).

Germplasm Introduction

The grass *Andropogon gayanus* was introduced from Kaduna, Nigeria, in 1972. The different evaluation stages at the Carimagua National Agricultural Research Center, Llanos Orientales, demonstrated its qualities as a pasture: resistance to spittlebug, persistence in the dry period, and high dry matter and seed production.

Between 1975 and 1979, in the Brazilian Cerrados and the

Quince años después de la introducción de germoplasma de *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes capitata* a Colombia, la asociación de especies seleccionadas de estas forrajeras—fruto de extensa investigación sobre pasturas para suelos ácidos de las sabanas—comenzó a ser aceptada por los ganaderos de los Llanos Orientales colombianos.

El carácter pionero y novedoso de esta asociación, ya que las leguminosas no se conocían en los Llanos como componentes de pasturas, y la ausencia de promoción adecuada y oportuna entre los adoptadores potenciales, contribuyeron a prolongar el proceso de adopción. De éste, el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) han derivado experiencias aplicables a su trabajo de desarrollo y transferencia de tecnología para los suelos del trópico latinoamericano (Foto 1, pag. 112).

Introducción del Germoplasma

La gramínea *Andropogon gayanus* fue introducida desde Kaduna, Nigeria, en 1972. Las distintas etapas de evaluación en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria Carimagua, en los Llanos Orientales, demostraron sus cualidades como un pasto resistente al salivazo, alto

Venezuelan Llanos, CIAT's Tropical Pastures Program made systematic collections of the legume *Stylosanthes capitata*, until then totally unknown as a forage species. In the different evaluation stages, this legume demonstrated resistance to anthracnose and stemborer, tolerance to soil acidity and aluminum saturation, low demand for soil nutritive elements, while being itself a rich source of nutrition for animals, compatibility with *A. gayanus*, and adequate nitrogen fixation and seed production. The *S. capitata* accessions CIAT 1315, 1318, 1342, 1693, and 1728, of diverse geographic origins, demonstrated similar qualities and were combined to form the cultivar 'Capica,' released in 1982.

Evolution of the Association

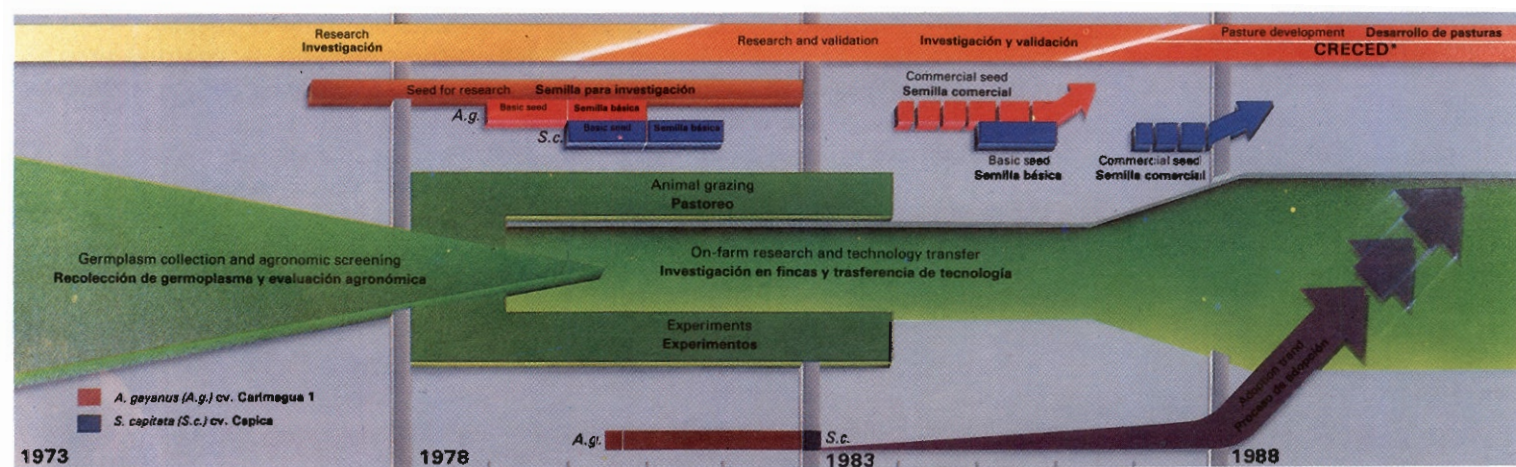
The *A. gayanus*-*S. capitata* association demonstrated high animal productivity because of persistence under grazing in experimental trials, as well as under various management situations, including without fertilization (Photo 2).

productor de materia seca y de semilla, y persistente en época seca.

Entre 1975 y 1979 el Programa de Pastos Tropicales del CIAT hizo recolecciones sistemáticas en los Cerrados de Brasil y en los Llanos de Venezuela de la leguminosa *Stylosanthes capitata*, hasta entonces totalmente desconocida como forrajera. En las distintas etapas de su evaluación, ésta demostró ser resistente a la antracnosis y al barrenador del tallo, tolerante a la acidez y saturación de aluminio en el suelo, poco exigente en nutrientes del suelo, pero, a su vez, rica fuente de nutrición para los animales, compatible con *A. gayanus*, y buena fijadora de nitrógeno y productora de semilla. Las accesiones de *S. capitata*, CIAT 1315, 1318, 1342, 1693 y 1728, de diverso origen geográfico, demostraron las mismas cualidades, y en 1982 se combinaron para formar el cultivar 'Capica'.

Evolución de la Asociación

La asociación de *A. gayanus* y *S. capitata* demostró en ensayos experimentales persistencia bajo pastoreo, así como en diversas situaciones de manejo, inclusive sin fertilización; la productividad animal resultante fue elevada (Foto 2).



1 Graphic representation of the adoption process of Carimagua 1-Capica forage association

1 Representación gráfica del proceso de adopción de la asociación forrajera Carimagua 1-Capica.

* ICA's Regional Education, Training, Extension and Technology Dissemination Center.
(Centro Regional de Educación, Capacitación, Extensión y Difusión de Tecnología del ICA.)



2

2 Association of *Andropogon gayanus* cv. Carimagua 1-*Stylosanthes capitata* cv. Capica, two highly productive and compatible forage species adapted to well-drained savannas

2 Asociación de *Andropogon gayanus* cv. Carimagua 1-*Stylosanthes capitata* cv. Capica, dos especies forrajeras adaptadas a la altillanura bien drenada, compatibles en asociación y altamente productivas.

At Carimagua, daily liveweight gains up to 660 g/animal have been obtained with 2 animals/ha in the rainy season, while in the dry season the animals retain their weight. In the first case, annual weight gains are equivalent to 285 kg/ha, and productivity is five times higher than that on native savanna under burning

Development of the association, begun in 1976, involved three principal activities: basic seed multiplication, on-farm research, and cultivar release.

To meet evaluation and multiplication needs, CIAT's Tropical Pastures Program and Seed Unit, partly under private production contracts, produced 49 tons of *A. gayanus* basic seed and 13 of *S. capitata* between 1976 and 1986.

In 1979, extensive trials of the association were established on nine farms in the Llanos for its evaluation and, in 1985, in collaboration with ICA, on-farm seed production and its mechanized harvest were tested. In this case, as much as 300 kg/ha of Capica were obtained. The association showed attractive returns to investment under farm conditions.

ICA released *A. gayanus* CIAT 621 as cultivar 'Carimagua 1' in 1980 and, in 1982, the *S. capitata* cultivar Capica.

The release of the cultivars, however, was not accompanied by sufficient technical promotion from CIAT and ICA; nor were there support and confidence from the private sector. Some seed enterprises received basic seed for commercial production, but this was sporadic because of lack of demand from cattlemen.

Transfer Project

Since 1985, a structured ICA technology transfer project, with CIAT collaboration, has sought to actively promote the forage association among cattle producers. The project selected farms on the Llanos and, jointly with their owners, established

En Carimagua, se han obtenido ganancias de peso diarias hasta de 660 g/animal con 2 animales/ha en la estación lluviosa, mientras en la época seca los animales mantienen su peso. Lo primero representa una ganancia anual de 285 kg/ha y una productividad cinco veces mayor que en sabana nativa manejada con quema.

El desarrollo de la asociación, iniciado en 1976, comprendió tres actividades principales: multiplicación de semilla básica, investigación en fincas y liberación de los cultivares.

Para atender a las necesidades de evaluación y multiplicación, el Programa de Pastos Tropicales y la Unidad de Semillas del CIAT produjeron, entre 1976 y 1986, 49 t de semilla básica de *A. gayanus* y 13 de *S. capitata*, en parte bajo contratos de producción con particulares.

En 1979 se establecieron extensos ensayos de la asociación en nueve fincas de los Llanos para su evaluación, y en 1985, en coordinación con el ICA, se ensayó la producción en finca de semilla y su cosecha mecanizada. En este caso se obtuvieron hasta 300 kg/ha de Capica. La asociación arrojó, en condiciones de finca, atractivos retornos a la inversión.

La liberación por el ICA de *A. gayanus* CIAT 621 como cultivar 'Carimagua 1' ocurrió en 1980, y en 1982 la de *S. capitata*, como Capica.

La liberación de los cultivares, sin embargo, no estuvo acompañada de suficiente promoción técnica por parte del CIAT y del ICA ni de respaldo y confianza por parte del sector privado. Algunos semillistas recibieron semilla básica para producción comercial, pero ésta fue esporádica por falta de demanda de los ganaderos.

Proyecto de Trasferencia

Desde 1985, un proyecto estructurado de transferencia de tecnología del ICA, con la colaboración del CIAT, buscó promover activamente la asociación entre los productores ganaderos. El proyecto seleccionó las fincas en la altillanura y, conjuntamente con sus propietarios, estableció pasturas y semilleros de Capica

pastures and seed plots of Capica and Carimagua 1. By 1989, 60 farmers had planted 3000 ha to the association, and 14 tons of *Capica* seed had been produced. This seed was sold to cattlemen for their use, and ICA saved some for establishing new seed plots. It is obvious that expansion of this pasture association has been hampered by seed availability.

Experiences Gained

Experience with the adoption of the *A. gayanus-S. capitata* association made it clear that both novelty, a factor which may delay or block adoption, and timely supply of seed should be taken into account, from the beginning, in a research and transfer process. Three strategies are derived:

More interaction between researchers and potential adopters.

From the beginning of an evaluation and production process, early adopters, who serve as models for other producers, play key roles in the adoption process and should therefore be permanent participants in research and transfer work.

Multiplication and selective distribution of basic seed. These should accompany the release of materials, and be carried out with the participation of national research programs and the private sector.

Wide promotion of the new species. New and unknown forages must prove their value as pastures, and information on their management requirements is needed.

More recent research by the Tropical Pastures Program in germplasm for the Brazilian Cerrados and the Amazonian region of Peru and Colombia is successfully applying these experiences with the collaboration of national research and development entities.

y Carimagua 1. Hasta 1989, 60 de ellos habían sembrado 3000 ha de la asociación, y se habían producido 14 t de semilla de Capica. La semilla producida se vendió entre los ganaderos para su uso, y el ICA retuvo parte para establecer nuevos semilleros. Resulta claro que la expansión de las siembras de la asociación ha estado limitada por la disponibilidad de semilla.

Experiencias Derivadas

La experiencia con la adopción de la asociación *A. gayanus-S. capitata* puso de presente que tanto el factor novedad, que en ocasiones dilata u obstaculiza la adopción, como el suministro oportuno de semillas, deben ser tenidos en cuenta desde el comienzo de un proceso de investigación y transferencia. De ahí se desprenden tres estrategias:

Más interacción de los investigadores con los adoptadores potenciales. Desde el comienzo del proceso de evaluación y producción, los adoptadores tempranos, quienes por su liderazgo se constituyen en modelo para otros productores, son clave en el proceso de adopción y, por lo tanto, deben ser los interlocutores permanentes de los investigadores y de los agentes de transferencia.

Multiplicación y distribución selectiva de semilla básica. Son necesarias para acompañar la liberación de materiales y deben ser efectuadas por los programas nacionales de investigación y el sector privado.

Amplia promoción de las nuevas especies. Tratándose de forrajes nuevos y desconocidos se requiere demostrar su valor como pasturas e informar sobre sus requerimientos de manejo.

Investigaciones más recientes del Programa de Pastos Tropicales en germoplasma para los Cerrados de Brasil y la Amazonia peruana y colombiana están aplicando con éxito estas experiencias en colaboración con las entidades nacionales de investigación y desarrollo.

Ten Years of RIEPT

Diez Años de la RIEPT

After 10 years of activities, RIEPT (International Tropical Pastures Evaluation Network, in English, and Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, in Spanish) constitutes the largest cooperative research effort on tropical pastures in the Americas. Its contribution is measured not only by the availability of germplasm for national research systems, and the release of new forage grass and legume cultivars, but also by its new and effective working methodology that has involved countries, institutions, and researchers in a highly productive effort.

Background

At the end of the 1970s and at the beginning of the 1980s, national institutions of tropical America were working separately in research on forage grass and legume species. The research was spread out, and sufficient germplasm was not available, therefore work was done with imported commercial cultivars, trying to modify the environment to suit the requirements of those plants. The lack of adaptation of the available

Al cumplir 10 años de actividades, la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales) constituye el mayor esfuerzo continental de cooperación en la investigación en pasturas tropicales en las Américas. Su aporte se mide no sólo por la disponibilidad de germoplasma para los sistemas nacionales de investigación, y la liberación de nuevos cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras, sino también por su metodología de trabajo apropiada y efectiva que ha involucrado a países, instituciones e investigadores en un esfuerzo altamente productivo.

Antecedentes

A finales de la década de los setenta e inicio de los ochenta, las instituciones nacionales de América tropical trabajaban



1



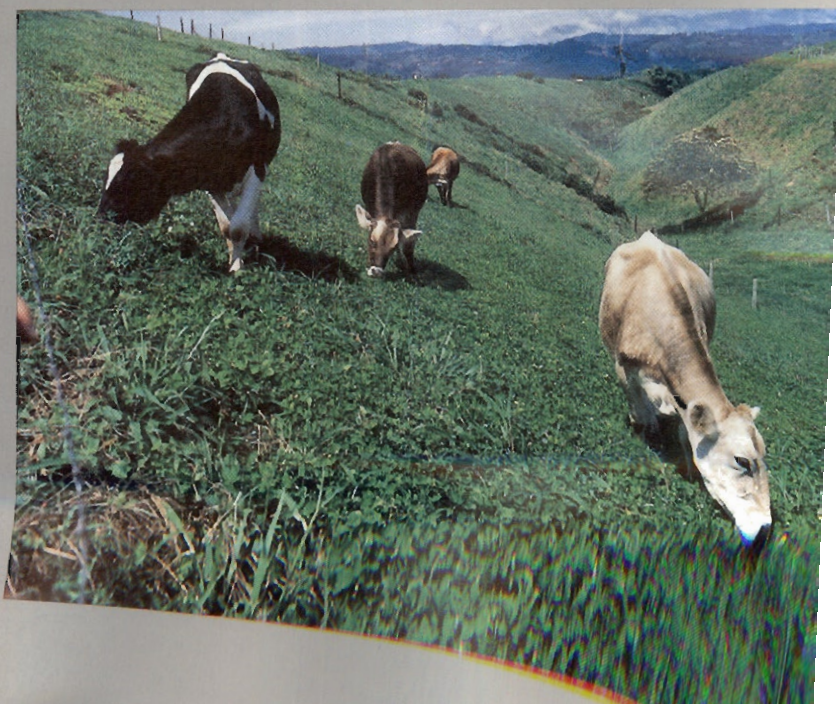
2

Type B regional trials in Costa Rica: **1** In Atenas, evaluation for drought tolerance in *Centrosema* accessions. **2** In Guápiles, *Panicum maximum* accessions with good adaptation and production.

Ensayos regionales B en Costa Rica. **1** Atenas: evaluación por tolerancia a sequía de accesiones de *Centrosema*. **2** Guápiles: accesiones de *Panicum maximum* de buena adaptación y producción.

3 Type C trial in CENICAFE, Chinchiná, Colombia: pasture evaluation under grazing. *Arachis pinto* appears in the foreground.

3 Ensayo regional C en CENICAFE, Chinchiná, Colombia: evaluación con animales en pastoreo. *Arachis pinto* en primer plano.



3

cultivars resulted in low productivity, lack of pasture persistence, and eventual failure of some cattle farms. This translated into problems of degraded soils and, hence, deteriorated ecosystems, especially those of the tropical forest and savanna

Forage germplasm banks were available at some national institutions and at CIAT during that period. The possibility of evaluating these materials for their adaptation to the natural environment, at a variety of sites on the continent, was then suggested. It was recognized, in addition, that cattle ranching in the American tropics was being pushed by crop farming to marginal, infertile, and acid soils of the savannas and forests, to which commercial grass and legume cultivars could not adapt.

Because of these considerations, national institutions and CIAT created RIEPT in 1979. This has allowed the institutions to share germplasm from existing active banks, to study the adaptation range of forage grasses and legumes in different ecosystems located at low altitudes, and to establish mechanisms for interchanging information in order to extrapolate research results.

Methodologies and Procedures

RIEPT works with several types of trials: type A trials evaluate survival of numerous accessions in contrasting conditions within ecosystems; type B trials measure seasonal forage production of ecotypes previously selected as promising (Photos 1 and 2); type C trials determine compatibility in association of grasses and legumes selected in the B trials in response to management with animals (Photo 3); and type D trials measure production under grazing in a variety of farm management options.

During RIEPT's period of growth, the research methodologies and procedures developed by its Advisory

aisladamente en la investigación con especies de gramíneas y leguminosas forrajeras. El enfoque de investigación era disperso y no se disponía de germoplasma suficiente, por lo cual se trabajaba con cultivares comerciales importados tratando de *modificar el ambiente para ajustarlo a los requerimientos de esas plantas*. La falta de adaptación de los cultivares disponibles resultaba en baja productividad y falta de *persistencia de las pasturas y de las explotaciones ganaderas*. Esto se traducía en problemas de degradación del suelo y del ecosistema en general, especialmente en el bosque tropical y en las sabanas.

Algunas instituciones nacionales y el CIAT contaban en esa época con bancos de germoplasma de especies forrajeras. Se planteó entonces la posibilidad de evaluar estas especies por su adaptación al medio natural, en diversidad de sitios en el continente. Se reconoció, además, que la ganadería en los trópicos de América estaba siendo desplazada por la agricultura hacia los suelos marginales, infértiles y ácidos, localizados en las sabanas y bosques, en los cuales los cultivares comerciales existentes de gramíneas y leguminosas no tenían posibilidades de adaptarse.

A raíz de esas consideraciones, las instituciones nacionales y el CIAT crearon la RIEPT en 1979. Esta ha permitido a las instituciones compartir el germoplasma de los bancos activos existentes, estudiar el rango de adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en los diferentes ecosistemas localizados a baja altura sobre el nivel del mar, y establecer mecanismos de intercambio de información para extrapolar los resultados de la investigación.

Metodologías y Procedimientos

La RIEPT trabaja con varios tipos de ensayos: los ensayos A evalúan la supervivencia de numerosas accesiones en condiciones contrastantes de un ecosistema; los ensayos B miden la producción estacional de forraje de los ecotipos seleccionados previamente como promisorios (Fotos 1 y 2); los ensayos C

Committee and the Tropical Pastures Program have shown their reliability in trials carried out in different countries. Such methodologies are recorded in the following handbooks:

Handbook for the collection, preservation and characterization of tropical forage germplasm, 1979 (in English and Spanish);

Manual para la evaluación agronómica, 1982 (in Spanish only);

Forage germplasm under small-plot grazing. Evaluation methodologies, 1983 (in English and Spanish);

Evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas, 1986 (in Spanish only); and

Investigaciones de apoyo para la evaluación de pasturas, 1987 (in Spanish only).

In addition, the manual for pasture establishment and reclamation is being edited.

Since 1985, RIEPT has published the bulletin **Pasturas tropicales** as a means of disseminating results (Photo 4). RIEPT also has a data bank with information available to researchers interested in the characteristics of ecosystems and results of pasture evaluations.

Identification of Key Species

Through the trials described, key species have been identified for their adaptation and potential in savanna and forest ecosystems. These species are the grasses *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, and *Panicum maximum*; and the legumes *Arachis pintoii*, *Centrosema acutifolium*, *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, *C. pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes capitata*, and *S.*

determinan la compatibilidad en asociación de gramíneas y leguminosas seleccionadas en ensayos B en respuesta al manejo con animales (Foto 3, pag. 116); y los ensayos D miden la producción con animales en pastoreo en diversidad de opciones de manejo del productor.

Las metodologías y los procedimientos de investigación desarrollados durante el transcurso de la RIEPT por su Comité Asesor y el Programa de Pastos Tropicales han mostrado su confiabilidad en los ensayos realizados en los diferentes países. Tales metodologías se encuentran consignadas en los manuales siguientes:

Manual para la recolección, preservación y caracterización de recursos forrajeros tropicales, 1979;

Manual para la evaluación agronómica, 1982;

Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: Metodologías de evaluación, 1983;

Evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas, 1986;

Investigaciones de apoyo para la evaluación de pasturas, 1987.

Además, está en edición el manual para el establecimiento y la recuperación de pasturas.

La RIEPT dispone desde 1985 de la publicación periódica **Pasturas tropicales** como medio de difusión de resultados (Foto 4), y de un banco de datos con información accesible a los investigadores interesados en las características de los ecosistemas y los resultados de las evaluaciones de las pasturas.

Identificación de Especies Clave

Mediante los ensayos descritos se han identificado especies clave por su adaptación y potencial en los ecosistemas de sabana y bosque. Estas especies son las gramíneas *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola* y *Panicum maximum*; y las leguminosas *Arachis pintoii*, *Centrosema*



4

guianensis Some of these species have been released as commercial cultivars (Table 1)

Evolution

Currently, 20 countries and more than 300 researchers make up RIEPT; they have evaluated the adaptation of more than 700 introductions of forage germplasm. Ecotypes selected by the national institutions from the various types of trials are being evaluated in farm production systems following implementation of national seed production projects. The evolutionary nature of RIEPT can be seen in Table 2 (page 120)

Because of its rapid growth, RIEPT's Advisory Committee suggested, in 1985, that RIEPT decentralize in order to improve attention to regional and national needs. This was made

acutifolium, *C. brasilianum*, *C. macrocarpum*, *C. pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Stylosanthes capitata* y *S. guianensis*. Algunas de estas especies han sido liberadas como cultivares comerciales (Cuadro 1).

Evolución

Actualmente hacen parte de la RIEPT 20 países y más de 300 investigadores, quienes han evaluado la adaptación de más de 700 introducciones de germoplasma forrajero. Los ecotipos seleccionados por las instituciones nacionales en los varios tipos de ensayos se están evaluando en sistemas de producción en fincas, previo desarrollo de proyectos nacionales de producción de semilla. La naturaleza dinámica de la RIEPT se observa en el Cuadro 2 (pag. 120).

El rápido crecimiento de la RIEPT llevó a su Comité Asesor a plantear en 1985 la

Table 1. Forage grasses and legumes evaluated in RIEPT and released as cultivars in several tropical countries.

Cuadro 1. Gramíneas y leguminosas forrajeras evaluadas en la RIEPT y liberadas como cultivares en varios países tropicales.

Species	Ecotype CIAT no.	Cultivar name	Year of release (Año de liberación)	Country (País)
Grasses (Gramíneas)				
<i>Andropogon gayanus</i>	621	Carimagua 1	1980	Colombia
		Planaltina	1980	Brazil
		Sabanero	1983	Venezuela
		Veranero		Panama
		San Martín	1984	Peru
		Llanero	1986	Mexico
		Andropogon	1988	Cuba
		Veranero	1989	Costa Rica
		Otoreño	1989	Honduras
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	6133	Llanero	1987	Colombia
Legumes (Leguminosas)				
<i>Centrosema acutifolium</i>	5277	Vichada	1987	Colombia
<i>Desmodium ovalifolium</i>	350		1989	Brazil
<i>Stylosanthes capitata</i>	10280	Capica	1983	Colombia
<i>S. guianensis</i> var. <i>vulgaris</i>	184	Pucallpa	1985	Peru
		Pi Hua Dou	1987	China
<i>S. guianensis</i> var. <i>pauciflora</i>	2243	Bandeirante	1983	Brazil
<i>S. macrocephala</i>	1281	Pioneiro	1983	Brazil

official in 1987, and the first principal evaluation centers were located in:

- Costa Rica, with the collaboration of the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) and the Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). From Costa Rica, CIAT coordinates RIEPT research in Central America and the Spanish-speaking Caribbean.
- Colombia, at ICA-CIAT's Centro Nacional de Investigaciones Carimagua. From Colombia, RIEPT research is coordinated for the Colombian and Venezuelan plains (Llanos) and the English-speaking Caribbean.
- Peru, with headquarters in Pucallpa and the collaboration of the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales (INIAA) and the Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). From Pucallpa, CIAT coordinates research in the Amazon region, comprising parts of Brazil, Colombia, Peru, and Bolivia.
- Brazil, with the collaboration of the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) at its

necesidad de su descentralización para mejor atención de las necesidades regionales y nacionales. Esta se protocolizó en 1987 tomando como base los centros principales de selección de germoplasma localizados en:

- Costa Rica, con la colaboración del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Desde Costa Rica, el CIAT coordina las investigaciones de la RIEPT en América Central y el Caribe de habla hispana;
- Colombia, en Carimagua, en el Centro Nacional de Investigación ICA-CIAT. Desde Colombia, se coordinan las investigaciones de la RIEPT en los Llanos de Colombia y de Venezuela, y el Caribe de habla inglesa;
- Perú, con sede en Pucallpa, y con la colaboración del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales (INIAA) y del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA). Desde allí, el CIAT coordina las investigaciones en la Amazonia, incluyendo partes de Brasil, Colombia, Perú y Bolivia;
- Brasil, en colaboración con la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), en su Centro de Pesquisa

Table 2. RIEPT's evolution during the period 1980-1988.

Cuadro 2. Evolución de la RIEPT durante el período 1980-1988.

Evolutionary features (Elementos evolutivos)	Year (Año)			
	1980	1983	1985	1988
Participating countries (no.) (Países participantes)	12	19	14	20
Researchers (no.) (Investigadores)	44	56	81	257
Agronomic trials (no.) (Ensayos agronómicos)	42	66	93	138
Grazing trials (no.) (Ensayos de pastoreo)	1	1	17	40
Seed production projects (no.) (Proyectos de producción de semillas)	—	—	—	4

Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Brasília, from where research is coordinated in the Brazilian Cerrados, part of Paraguay, and the Bolivian savannas.

Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Brasília, desde donde se coordinan las investigaciones en los Cerrados de Brasil, parte de Paraguay y sabanas de Bolivia.

Future Direction

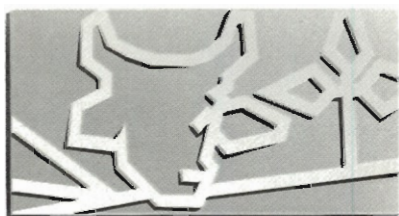
The massive germplasm selection effort already realized in tropical America may not be necessary on the same scale in the future. The challenge now is to mobilize selected grasses and legumes for research under grazing at experiment stations and on farms, and to promote their diffusion among cattle farmers.

First steps have been taken to establish parallel networks in central and western Africa in cooperation with national agencies, the International Livestock Centre for Africa (ILCA), and the Institut d'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux (IEMVT); and in Southeast Asia in cooperation with national agencies and the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia. CIAT's role will be primarily to contribute new and adapted grass and legume germplasm, while the other participating institutions will be responsible for developing forage pastures in farming systems.

Dirección Futura

El esfuerzo masivo de selección de germoplasma ya realizado en América tropical puede no ser necesario en la misma escala en el futuro. El reto es ahora movilizar las gramíneas y leguminosas seleccionadas para su investigación con animales en pastoreo en estaciones experimentales y en fincas, y promover su difusión entre los ganaderos.

Se han dado ya los primeros pasos para establecer redes paralelas en África central y occidental en cooperación con las instituciones nacionales, el International Livestock Centre for Africa (ILCA) y el Institut d'Élevage et de Médecine Veterinaire des Pays Tropicaux (IEMVT); y en el sudeste de Asia en cooperación con las instituciones nacionales y el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) de Australia. El papel del CIAT será primordialmente aportar nuevas opciones de germoplasma de gramíneas y leguminosas adaptadas; mientras que el desarrollo de pasturas y forrajes en sistemas de producción apropiados queda en manos de las otras instituciones participantes.





Pasture establishment evaluation in a regional trial, Brazilian Cerrado.

Evaluación de establecimiento de la pastura en ensayo regional, Cerrado brasileño.

RIEPT in Brazil

"Brazil, because of its diversity of ecosystems, has a diversity of national agricultural institutions. RIEPT has helped to integrate these institutions by promoting research efforts through national networks." Reinaldo Bertola Cantarutti, regional manager of the Programa de Pecuária of CEPEC/CEPLAC (Centro de Pesquisa do Cacau, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), Brazil, commented on RIEPT's role in tropical America in general, and in Brazil in particular. He added: "With RIEPT's support, the Programa Regional de Pecuária of CEPEC/CEPLAC has evaluated more than one hundred accessions of nine grass and 33 legume species. Among these, *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 is in the process of being released in Brazil as an alternative for improving the quality of *Brachiaria humidicola* pastures.

"The strategy designed by RIEPT for research on tropical pastures consolidated the cooperative spirit of the institutions and countries of tropical America. In this sense, making the research methodologies suitable and uniform has been fundamental, along with CIAT's contributions through the Training and Tropical Pastures Programs.

"RIEPT will keep on contributing to increased national and regional livestock production to which people and institutions are committed."

La RIEPT en Brasil

"En Brasil, debido a su diversidad de ecosistemas, existe un amplio número de instituciones de investigación agrícola. La RIEPT ha sido un medio de integración entre éstas, promoviendo la investigación mediante el establecimiento de trabajos en forma de redes nacionales". Reinaldo Bertola Cantarutti, gerente regional del Programa de Pecuária del Centro de Pesquisa do Cacau y Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPEC/CEPLAC), comentó sobre la RIEPT en América tropical en general y su contribución en Brasil, en particular. Sobre ésta añadió: "Con el apoyo de la RIEPT, en el Programa Regional de Pecuária del Centro de Pesquisa do Cacau, hemos evaluado más de un centenar de accesiones distribuidas en nueve especies de gramíneas y 33 de leguminosas. Entre éstas, *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 se encuentra en proceso de liberación en Brasil, como una alternativa para mejorar la calidad de las pasturas de *Brachiaria humidicola*.

"La estrategia diseñada por la RIEPT para la investigación en pastos tropicales consolidó el espíritu de cooperación de las instituciones y los países de América tropical. En este sentido ha sido fundamental la adecuación y uniformización de las metodologías de investigación y la contribución del CIAT por intermedio de los Programas de Capacitación y Pastos Tropicales.

"Con el apoyo de las personas e instituciones comprometidas con sus propósitos, la RIEPT continuará contribuyendo a una mayor producción pecuaria regional y nacional".

Genetic Improvement of *Centrosema* and *Brachiaria*

Mejoramiento Genético de *Centrosema* y *Brachiaria*

Two new major plant breeding initiatives are being developed in the Tropical Pastures Program: one seeks solutions to several serious disease problems in the genus *Centrosema*; and the other is developing the methodology required for an effective genetic improvement project for the apomictic grass *Brachiaria decumbens*.

Disease Resistance in *Centrosema*

Rhizoctonia foliar blight is at present the most important disease of *Centrosema* spp., particularly of *C. brasilianum*. This species has a number of very desirable attributes such as reliable high seed yield, drought resistance, and adaptation to very low-fertility, acid soils. These attributes, however, cannot be realized in high-rainfall areas because of the susceptibility of *C. brasilianum* to *Rhizoctonia* foliar blight (Photo 1, page 124). The disease also attacks many accessions of *C. acutifolium*. No high level of resistance is known to exist in *C. brasilianum*, and the manipulation of quantitative, polygenic resistance has been hampered by extreme variation in natural development of the disease in the field, which makes reliable assessment of small genetic differences in resistance impossible.

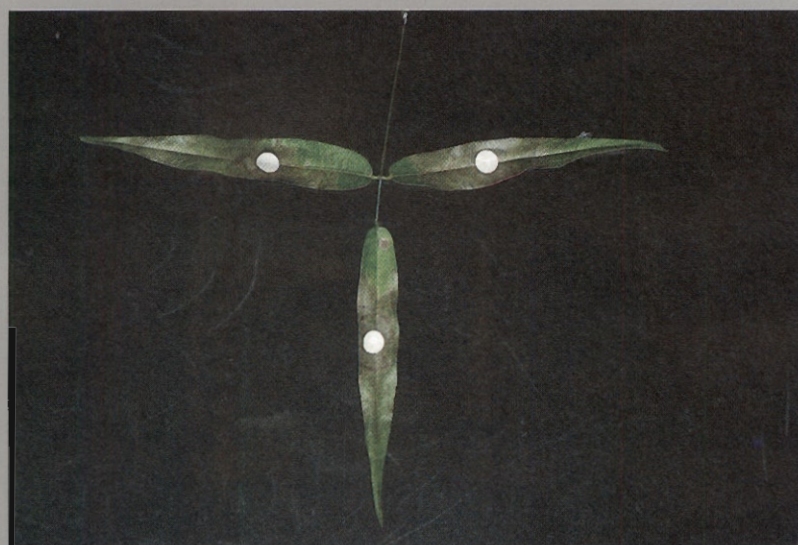
Dos nuevos proyectos de fitomejoramiento ha emprendido el Programa de Pastos Tropicales: el uno busca soluciones genéticas a una serie de problemas de enfermedades en el género *Centrosema*; el otro está desarrollando metodologías para hacer posible el mejoramiento genético de la especie apomíctica *Brachiaria decumbens*.

Resistencia a Enfermedades de *Centrosema*

El añublo foliar producido por *Rhizoctonia* es actualmente la enfermedad de mayor importancia en *Centrosema*, especialmente en *C. brasilianum*. Esta especie tiene numerosas cualidades, tales como la alta producción de semillas, resistencia a sequía y buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad. Sin embargo, en zonas de alta precipitación estas cualidades no se pueden explotar, debido a su susceptibilidad al añublo foliar por *Rhizoctonia* (Foto 1, pag. 124), enfermedad que también ataca numerosas accesiones de *C. acutifolium*.



1



2

1 Symptoms of *Rhizoctonia* foliar blight on *Centrosema brasilianum*. **2** Artificial inoculation of *C. brasilianum* with *Rhizoctonia*, using a spore suspension on filter paper disks attached to leaflets.

1 Planta de *Centrosema brasilianum* atacada por *Rhizoctonia*. **2** Inoculación artificial de hojas de *C. brasilianum* con *Rhizoctonia*, utilizando una suspensión de esporas sobre discos de papel filtro adheridos a las hojas.



3

3 A susceptible *Centrosema acutifolium* accession (center) showing severe symptoms of dieback syndrome (factor X), with resistant accessions on either side.

3 Accesoión susceptible de *Centrosema acutifolium* (al centro) con síntomas severos del síndrome de muerte descendente (factor X). A los lados, accesoiones resistentes.

Improved screening methodology

Recent progress in the development of a reliable greenhouse screening methodology based upon artificial inoculation should make it possible to exploit quantitative variation in *Rhizoctonia* resistance within *C. brasilianum* by conventional plant breeding techniques (Photo 2). The greenhouse technique provides more consistent results than can be obtained in field experiments, and has the additional advantage of being much faster as it is conducted on seedlings. While the new screening methodology has yielded consistent results, these must be correlated with disease reaction of field-grown plants. This work is in progress.

Interspecific hybridization

A second avenue of research on *Rhizoctonia* resistance involves interspecific hybridization. A newly described species, *C. tetragonolobum*, moderately resistant to *Rhizoctonia*, has been found to hybridize readily with *C. brasilianum*, yielding completely fertile progeny. The disease reaction of a series of these progenies from an interspecific hybrid is being evaluated to assess the potential of *C. tetragonolobum* to contribute *Rhizoctonia* resistance genes to *C. brasilianum*.

Vichada

Cultivar Vichada, an accession of *C. acutifolium*, was released in Colombia in 1987. Vichada is highly drought resistant, productive, and persistent under grazing. However, several diseases, particularly severe in seed production plots, have limited seed multiplication and, hence, commercial adoption of Vichada.

Fortunately, good resistance to all the diseases which affect Vichada is available in compatible germplasm. A cross recently made with a Brazilian accession of *C. acutifolium* is

Actualmente no se conoce la resistencia de *C. brasilianum* a la enfermedad, y la manipulación de la resistencia cuantitativa y poligenética ha sido imposible debido a la gran variación en el desarrollo natural de la enfermedad en el campo, lo cual impide evaluar las diferencias genéticas en resistencia en forma confiable.

Metodología mejorada de evaluación

El progreso reciente en una metodología confiable de evaluación en invernadero, basada en inoculación artificial, hará posible utilizar la variación cuantitativa de la resistencia de *C. brasilianum* a *Rhizoctonia* por medio de las técnicas convencionales de fitomejoramiento (Foto 2). La técnica de invernadero da resultados más consistentes que los obtenidos en ensayos de campo, y tiene la ventaja adicional de ser mucho más rápida debido a que se realiza con plántulas. Estos resultados deberán correlacionarse con la reacción a la enfermedad de plantas que han crecido en el campo, trabajo éste que se está realizando.

Hibridación interespecífica

Esta es otra forma de investigar la resistencia a *Rhizoctonia*. Se ha encontrado que *C. tetragonolobum*, una especie recientemente descrita, se cruza fácilmente con *C. brasilianum*, dando origen a progenies fértiles. Se está evaluando la reacción a la enfermedad de progenies de un híbrido interespecífico para medir el potencial de contribución de genes de resistencia de *C. tetragonolobum* a *C. brasilianum*.

Vichada

Con el nombre de cultivar Vichada se liberó en Colombia en 1987 una accesión de *C. acutifolium*. Este cultivar es tolerante a la sequía, productivo y persistente en pastoreo. Sin embargo, varias enfermedades, especialmente severas en los lotes de producción de semillas, han limitado la multiplicación de

expected to contribute resistance to bacteriosis and a dieback syndrome (Photo 3, page 124). Both diseases are widespread and are capable of causing total loss of Vichada seed in production fields. Economic chemical control has not been found. If resistance to these diseases can be incorporated in Vichada, seed production should become much more reliable and forage losses would be prevented.

Spittlebug Resistance in *Brachiaria*

Brachiaria decumbens cv. Basilisk was originally collected in East Africa and selected in Australia. Introduced into tropical America, it has become the most widely planted forage grass in the region, and now covers more than 16 million hectares. The susceptibility of Basilisk to a number of spittlebug species (Homoptera: Cercopidae) typically results in severe damage and complete loss of forage production when conditions are right for a severe spittlebug outbreak. Resistance to spittlebug is the prime objective of the *Brachiaria* breeding project being developed with the help of a new breeding methodology.

Breeding methodology

Commercial *B. decumbens* is apomictic. That is, seeds are produced without sexual recombination of genes. Hence, genetic improvement based on sexual hybridization has been impossible. However, exciting new developments in the past year in breeding methodology, combined with improvements in the screening methodology for spittlebug resistance, bring closer the day when a full-scale breeding project can be launched.

In the past year, over 800 interspecific *Brachiaria* hybrids have been made by pollinating an artificially induced, tetraploid, sexual *B. ruziziensis* with pollen obtained

estas y, en consecuencia, la adopción comercial de Vichada.

Afortunadamente, en el germoplasma compatible existe resistencia a todas las enfermedades que afectan al cultivar Vichada. Con un cruzamiento, efectuado recientemente con una accesión brasileña de *C. acutifolium*, se espera aportar resistencia a la bacteriosis y al síndrome de muerte descendente, enfermedades ampliamente distribuidas y capaces de ocasionar la pérdida total de las semillas en los lotes de producción (Foto 3, pag. 124). Aún no se ha encontrado un método químico de control que sea económico. Por lo tanto, si se logra incorporar resistencia a tales enfermedades en Vichada, su producción de semillas será más confiable y se evitarán pérdidas de forraje.

Resistencia de *Brachiaria* a Cercópidos

Brachiaria decumbens cv. Basilisk fue recolectada en África oriental y seleccionada en Australia. En América tropical se convirtió en el forraje más ampliamente difundido, en más de 16 millones de hectáreas. La susceptibilidad de Basilisk a varias especies de cercópidos (Homoptera: Cercopidae) comúnmente llamados salivazo, ha resultado en daños severos y en pérdida total de la producción forrajera, cuando las condiciones son favorables para un fuerte ataque del insecto. La resistencia a cercópidos es el objetivo principal de un proyecto de mejoramiento de *Brachiaria* que se desarrolla actualmente con la ayuda de una nueva metodología.

Metodología de mejoramiento

La especie comercial *B. decumbens* es apomíctica. Esto significa que produce semillas sin recombinación de genes, por lo cual su mejoramiento genético con base en hibridación ha sido imposible. Sin embargo, una promisorio metodología de mejoramiento desarrollada el año pasado, junto con avances en la metodología para evaluación de la resistencia a cercópidos, están convirtiendo en realidad un auténtico proyecto de mejoramiento.



4



5

4 Bioassay based on adult spittlebug feeding: visual proof of xylem feeding by spittlebug nymphs. A dye (methylene blue), that is selectively transported by xylem elements (visible here in a maize root), has been ingested by the nymph on the right. 5 Adult spittlebug enclosed in a Parafilm^R sachet attached to a stem of *Brachiaria*. The sachet collects the excreta for measurement

4 Bioensayo basado en la alimentación de cercópodos adultos: ninfas alimentándose de la savia del xilema. Un indicador (azul de metileno), transportado en forma selectiva por el xilema (en este caso de una raíz de maíz), ha sido ingerido por la ninfa de la derecha. 5 Cercópido adulto dentro de una bolsa de parafina adherida a un tallo de *Brachiaria*. La bolsa recoge la excreta para medición.

from apomictic *B. decumbens* or *B. brizantha*. Many of these F₁ progeny have now been confirmed to be hybrids by electrophoretic techniques. Particularly interesting are a large number of crosses obtained by using a highly spittlebug-resistant accession of *B. brizantha*. Spittlebug-resistant sexual segregates from this cross can then be used in crosses to other *B. brizantha* or *B. decumbens* germplasm to combine spittlebug resistance with greater adaptation to low-fertility soils

Massive screening for spittlebug resistance

The ability to mass-rear spittlebugs and infest glasshouse-grown plants provides much greater precision in assessing resistance to spittlebug than has been possible in field experiments, and at great savings in cost and time. However, the capacity to generate new genetic variation through hybridization now greatly exceeds the limited capacity of the current glasshouse bioassay. As a result, new ways are being sought to more rapidly screen material for resistance to spittlebug and to understand the chemical mechanisms of resistance.

Spittlebugs have evolved behavioral and physiological adaptations that allow them to feed exclusively on the dilute xylem sap in the vascular system of grass plants (Photo 4). As a result, they produce copious quantities of liquid excreta that can easily be collected from adults and measured to determine feeding rate on different *Brachiaria* accessions (Photo 5). Adult spittlebugs feed less and produce less excreta on resistant than on susceptible or tolerant hosts. A bioassay based on adult feeding will decrease the time required to evaluate progeny of sexual crosses to four days from the 40 days required by the current bioassay based on nymph survival.

El año pasado se obtuvieron más de 800 híbridos interespecíficos de *Brachiaria* por polinización de un tetraploide artificialmente inducido de *B. ruziziensis* con polen de plantas de las especies apomícticas *B. decumbens* y *B. brizantha*. Por electroforesis se han confirmado como híbridas varias progenies F₁. De particular interés son los numerosos cruces obtenidos con una accesión de *B. brizantha* altamente resistente a cercópodos. Los segregantes sexuales de estos cruces pueden utilizarse en cruzamientos con otras accesiones de *B. brizantha* o *B. decumbens* para combinar la resistencia al insecto con mayor adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad.

Evaluación masiva para resistencia a cercópodos

La capacidad de criar masivamente cercópodos e infestar plantas de invernadero proporciona mayor precisión en las evaluaciones de resistencia que la obtenida en los ensayos de campo, con gran economía en tiempo y dinero. Sin embargo, la posibilidad de obtener nuevas variaciones genéticas por hibridación supera ampliamente la capacidad del bioensayo en invernadero. En consecuencia, se están buscando otras formas de evaluar más rápidamente la resistencia a cercópodos y de entender los mecanismos químicos de la resistencia.

Los cercópodos han evolucionado en su adaptación ambiental y fisiológica, lo cual les permite alimentarse exclusivamente de la savia del xilema en el sistema vascular de las plantas (Foto 4). Como resultado, los adultos excretan grandes cantidades de líquido, el cual puede medirse fácilmente para determinar la tasa de alimentación en diferentes accesiones de *Brachiaria* (Foto 5). Los adultos de salvazo se alimentan menos y producen menos excreta en las accesiones resistentes que en las tolerantes. Un bioensayo basado en la alimentación de los adultos reduce a cuatro días el tiempo requerido para evaluar la progenie de *Brachiaria*, en contraste con 40 días que normalmente toma el bioensayo basado en la supervivencia de las ninfas.

Other improvement goals for *Brachiaria*

CIAT's *Brachiaria* germplasm collection is genetically diverse, thanks to intensive collecting in Africa in 1985 and 1986. For example, a recent survey of this collection showed a range from 46% to over 70% in dry-matter digestibility among 312 germplasm accessions. It should be possible to exploit this natural genetic variation in a breeding program to improve forage nutritional quality of commercial *Brachiaria* cultivars. Even a small improvement in forage quality would have a tremendous economic impact, given the large areas on which *B. decumbens* is, or could be, grown.

The breeding program's major task in the coming year is to establish the inheritance of the reproductive mode in *Brachiaria*. In other tropical grasses such as buffel grass and Guinea grass, apomixis is very simply inherited, resulting in almost equal numbers of sexual and apomictic individuals in the progeny of sexual by apomictic hybrids. The beauty of this system, if it is found to apply to *Brachiaria*, is that once the apomictic individuals in the hybrid progeny are identified, each becomes a candidate for selection as a new, true-breeding cultivar, with hybrid vigor genetically fixed by apomixis.

Otros objetivos de mejoramiento en *Brachiaria*

La colección de *Brachiaria* del Programa de Pastos Tropicales cuenta con una gran diversidad genética, resultado de la amplia recolección de germoplasma en África entre 1985 y 1986. Un estudio reciente de la colección encontró en 312 accesiones una digestibilidad de la materia seca entre 46% y 70%. Debería ser posible explotar esta variación genética natural para el mejoramiento de la calidad nutritiva de las especies comerciales de *Brachiaria*. Aun un pequeño mejoramiento de su calidad forrajera tendría un enorme impacto económico dada la gran extensión en que esta especie se cultiva o podría cultivarse.

Una tarea importante de fitomejoramiento en el próximo año será investigar la herencia del modo reproductivo en *Brachiaria*. En otras especies de gramíneas tropicales, como buffel y guinea, la apomixis se hereda fácilmente segregando aproximadamente igual número de individuos sexuales y apomícticos en la progenie de híbridos sexuales por apomícticos. El potencial de este sistema, de ser aplicable a *Brachiaria*, consiste en que una vez identificados los individuos apomícticos en la progenie híbrida, cada uno se constituye en candidato para selección como un cultivar nuevo y mejorado de reproducción uniforme y vigor híbrido genéticamente fijado por apomixis.

Virus Detection in Forage Legumes

Detección de Virus en Leguminosas Forrajeras

Three previously undescribed viruses affecting tropical forage legumes were isolated and characterized by CIAT's Virology Research Unit (VRU). This work led to the development of reliable detection methods that help prevent virus spread in those plants and seeds transported or exchanged with other institutions internationally or between continents.

The genera given priority by the Tropical Pastures Program for this study were *Centrosema*, *Arachis*, and *Stylosanthes*, which comprise the main forage legume species under evaluation by the Program.

Legumes are known to be susceptible to a large number of pathogens and pests. Among the plant pathogens, viruses are often cited as constraints to both crop production and as threats to the safe international exchange of promising forage legume germplasm. Indeed, viruses may cause significant yield losses; diminish the nutritional quality of pastures; drastically reduce the production of seed; and, as seedborne pathogens, are of considerable quarantine importance. All of these potential phytosanitary problems of legumes are further aggravated by the relative scarcity of investigations on viruses that affect tropical forage legumes.

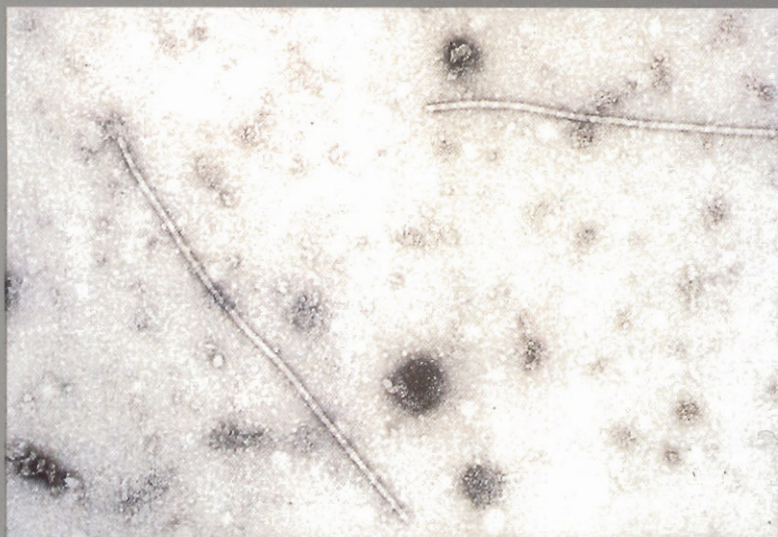
Tres virus, previamente desconocidos, que atacan leguminosas forrajeras tropicales, fueron aislados y caracterizados por la Unidad de Investigación en Virología (UIV) del CIAT. Este trabajo permitió desarrollar métodos confiables para la detección de virus, que ayudarán a impedir su dispersión por el intercambio de plantas y semillas con otras instituciones entre países o entre continentes.

Para este trabajo, el Programa de Pastos Tropicales asignó prioridad a las leguminosas *Centrosema*, *Arachis* y *Stylosanthes*, que comprenden las principales especies actualmente en evaluación por el Programa.

Tradicionalmente, las leguminosas han sido susceptibles a gran número de patógenos y plagas. Entre los primeros, los virus se citan con frecuencia como limitaciones a la producción y amenazas al intercambio internacional libre de riesgos de germoplasma promisorio. En efecto, los virus son susceptibles de causar pérdidas significativas del rendimiento, reducir la calidad nutricional de las pasturas y disminuir drásticamente la producción de semilla; además, son de gran importancia cuarentenaria puesto que algunos de ellos son transportados por la semilla. Todos



1



2

1, 2 Mosaic and foliar distortion (above) caused by a strain of soybean mosaic virus (below), in *Centrosema* spp.

1, 2 Mosaico y deformación foliar (arriba) causados por una cepa del virus del mosaico de la soya (abajo) en especies de *Centrosema*.

3 Production of virus-free *Centrosema* seed under screenhouse conditions.

3 Producción de semilla de *Centrosema* libre de virus bajo condiciones de invernadero.

3



Centrosema

This is the genus most obviously affected by unknown virus-like pathogens, as determined by visual observations of field-grown *Centrosema* plants which showed striking mosaic and foliar distortion symptoms (Photo 1). Electron microscopy of leaf extracts obtained from mosaic-affected *Centrosema* plants revealed the presence of a filamentous virus (Photo 2). This virus was transmitted through seed, and by mechanical means and aphids, to other legumes, including common bean and soybean cultivars. A thorough characterization study showed that the pathogen isolated from *Centrosema* was a strain of soybean mosaic virus, a member of the potyvirus group.

With this information, it was possible to implement a specific serological test (Photo 3), which is now being used to produce virus-free *Centrosema* seed and plants for international distribution and agronomic evaluation, respectively.

Arachis pintoi

This is another promising tropical forage legume which has shown typical virus-like symptoms under field conditions (Photo 4). Electron microscopy of symptomatic plants detected virus particles similar to those found in *Centrosema*. The *A. pintoi* virus, however, possessed a wider host range, infecting peanut, pea, cowpea, soybean, bean, and other legumes.

Based on these results and, particularly, on the fact that the *A. pintoi* virus also infects *A. hypogaea* (peanut), a serological test was conducted to investigate a possible relationship between this virus and two peanut potyviruses known to occur on the American continent (peanut mottle and peanut stripe viruses). The results of this test demonstrated that the virus isolated from *A. pintoi* was serologically

estos riesgos fitosanitarios potenciales de las leguminosas se acentúan aún más si se considera la escasez relativa de investigaciones sobre los virus que las afectan.

Centrosema

Sin duda, este género es el más afectado por enfermedades de naturaleza viral aún no caracterizadas, como se estableció por medio de observaciones visuales de plantas de *Centrosema* que manifestaban síntomas notorios de mosaico y de deformación foliar (Foto 1). La microscopía electrónica de extractos foliares reveló la presencia de un virus filamentososo (Foto 2). Este virus se trasmite por la semilla, por vía mecánica y mediante áfidos a varias especies de *Centrosema* y de otras leguminosas, entre ellas a cultivares de frijol común y de soya. Un estudio cuidadoso de caracterización indicó que el patógeno aislado de *Centrosema* era una cepa del virus del mosaico de la soya, el cual hace parte del grupo de los potyvirus.

Con esta información se implementó una prueba serológica específica (Foto 3) que se emplea actualmente para producir semillas y plantas de *Centrosema* libres de virus, las primeras para distribución internacional, y las segundas para evaluación agronómica.

Arachis pintoi

Esta es otra promisoriosa leguminosa forrajera tropical que ha presentado síntomas típicos de afección viral en condiciones de campo (Foto 4). La microscopía electrónica de plantas sintomáticas permitió detectar partículas virales semejantes a las halladas en *Centrosema*. No obstante, el virus que ataca a *A. pintoi* posee un rango más amplio de hospedantes que incluye al maní, la alverja, el caupí, la soya, el frijol común y otras leguminosas.

Partiendo de ese resultado y, en particular, del hecho de que el virus de *A. pintoi* infecta también a *A. hypogaea* (maní), se desarrolló una prueba serológica para investigar la posible relación entre este virus y dos potyvirus de esta última (moteado del maní y franjas



4

4 Ring spot symptoms in *Arachis pintoi* caused by a strain of peanut mottle virus.

4 Sintomas de mancha de anillo en *Arachis pintoi* causados por una cepa del virus del moteado del maní.

identical to peanut mottle virus. Once identified, the *A. pinto* potyvirus was isolated and an antiserum prepared to produce virus-free germplasm.

Stylosanthes

Various species of this genus are currently under evaluation by the Tropical Pastures Program. Among these species, *S. guianensis*, *S. capitata*, and *S. macrocephala* were initially selected by the VRU for a preliminary study, because of their relative importance and availability. A field survey conducted at an experiment station where these three *Stylosanthes* species were growing together did not yield plants with apparent virus-like symptoms. Nevertheless, plant samples were collected to test the possibility of symptomless or mild viral infections. The examination of *Stylosanthes* leaf samples, using the electron microscope, did not reveal the presence of virus-like particles in leaf extract of either *S. guianensis* or *S. capitata*, two of the most promising species of *Stylosanthes*. However, *S. macrocephala* samples demonstrated the presence of yet another flexuous filamentous virus.

The occurrence of symptomless or mild virus infections is particularly serious for a cultivated plant species because, first, all viruses reduce either the quality or quantity of produce, regardless of symptom expression, and, second, there are negative quarantine implications of latent viral infections. Consequently, the *Stylosanthes* potyvirus was isolated in purified form to develop a reliable virus detection method. The antiserum produced in laboratory animals immunized against this virus permitted its detection in systemically infected *S. macrocephala* plants that showed only very mild symptoms (Photo 5), and also characterized this potyvirus as being, possibly, another strain of peanut mottle virus.

del maní). Los resultados demostraron que el virus aislado de *A. pinto* era serológicamente idéntico al virus del moteado del maní. Una vez identificado, el potyvirus de *A. pinto* fue aislado, y se preparó un antisuero para obtener germoplasma libre del mismo.

Stylosanthes

Varias especies de este género están en evaluación por el Programa de Pastos Tropicales. Entre ellas, *S. guianensis*, *S. capitata* y *S. macrocephala* fueron elegidas inicialmente por la UIV para estudios preliminares, dadas su relativa importancia y disponibilidad. Un examen de campo en una estación experimental en que se cultivaban juntas estas tres especies de *Stylosanthes* no halló plantas con síntomas de apariencia viral. Sin embargo, se tomaron muestras para estudiar la posibilidad de una infección viral asintomática o leve. El examen al microscopio electrónico de esas muestras foliares de *Stylosanthes* no reveló la presencia de partículas de tipo viral en los extractos de *S. guianensis* o de *S. capitata*, dos de las especies más promisorias de *Stylosanthes*. En cambio, en las muestras de *S. macrocephala* se comprobó la presencia de un virus filamentosos espiralado.

La ocurrencia de infecciones virales asintomáticas es particularmente seria para una especie vegetal cultivada porque, en primer lugar, todos los virus reducen la calidad o la cantidad del producto agrícola, haya o no manifestación de síntomas; en segundo lugar, las infecciones virales latentes implican restricciones cuarentenarias. Por tales razones, se aisló el potyvirus de *Stylosanthes* en su forma purificada para desarrollar un método de detección confiable. El antisuero, producido en animales de laboratorio inmunizados con el virus, permitió la detección de éste en plantas de *S. macrocephala* infectadas sistémicamente que sólo presentaban síntomas muy benignos (Foto 5); sirvió también para caracterizar este potyvirus como otra posible cepa del virus del moteado del maní.



5

5 Mild mosaic of *Stylosanthes* sp. caused by a strain of peanut mottle virus

5 Mosaico leve en *Stylosanthes* sp. causado por una cepa del virus del moteado del maní.

The high incidence of potyviruses on tropical forage legumes is not surprising, considering how efficiently aphids and seed transmit this largest group of plant viruses yet known. Since soybean and peanut potyviruses are widely distributed in tropical America, Africa, and Southeast Asia, the chances of introducing them with the exchange of *Centrosema* spp., *Arachis pintoi*, or *Stylosanthes guianensis* seed are minimal.

Research continues on the pathogenic variability of the above viruses and on the detection of viral pathogens not readily detectable by electron microscopy.

Esta alta incidencia de potyvirus en las leguminosas forrajeras tropicales no es sorprendente si se considera la eficacia con que los áfidos y las semillas transmiten este grupo, el mayor entre los virus vegetales hasta ahora conocidos. Teniendo en cuenta que los potyvirus de la soya y del maní se encuentran ampliamente distribuidos en América tropical, África y el Sudeste Asiático, el riesgo de su introducción con el intercambio de semillas de *Centrosema*, *Arachis pintoi* o *Stylosanthes guianensis* es mínimo.

La UIV continúa investigando la variabilidad patogénica de los virus antes mencionados y trabajando en la detección de patógenos virales no fácilmente detectables con el microscopio electrónico.



1

- 1 The value of two tons of rice per hectare covers establishment costs of the rice-pastures rotation system in savanna acid soils. The difference in costs between this system and rice in monoculture is not significant and the additional benefit is pasture establishment.
- 1 Dos toneladas de arroz por hectárea cubren los costos de establecimiento del sistema en rotación arroz-pastos en suelos ácidos de sabana. La diferencia en sus costos con los de la producción de arroz en monocultivo no es significativa y el beneficio adicional es el establecimiento de la pastura.

Joint Rice-Tropical Pastures Project

Proyecto Conjunto Arroz-Pastos Tropicales

Rice-Pastures: A Promising System for the Savannas

Arroz-Pastos: Sistema Promisorio para las Sabanas



Planting upland rice in rotation with improved pastures in the acid soils of tropical savannas appears as a promising alternative for intensifying production and conserving natural resources in that ecosystem.

In 1989, CIAT's Rice and Tropical Pastures Programs began a joint research project on a rice-pastures system for the Colombian Eastern Plains (Llanos Orientales). The Llanos are characterized by high rainfall, low-fertility acid soils (Oxisols), and extensive cattle ranching. The Tropical Pastures Program has developed improved pastures, while the Rice Program has bred advanced upland rice lines for this ecosystem.

The Rice-Pastures System

With rice as a foundation crop, grass-legume associations can be established. The two crops benefit each other: on the one hand, the new upland rice lines can be used in regions traditionally under extensive cattle ranching, thereby extending cultivation areas; they also pay for physical and chemical improvement of the soil for establishing improved pastures. On the other hand, the grass-legume pastures improve the physical, chemical, and biological conditions of the soil over time and

La siembra en rotación de arroz de secano con pasturas mejoradas en los suelos ácidos de las sabanas tropicales está demostrando ser una alternativa promisorio para la intensificación de la producción y la conservación de los recursos naturales en ese ecosistema.

En 1989, los Programas de Arroz y de Pastos Tropicales del CIAT iniciaron un proyecto conjunto de investigación sobre el sistema arroz-pastos en los Llanos Orientales de Colombia. Estos se caracterizan por su elevada precipitación y por sus suelos ácidos de escasa fertilidad (Oxisoles), los cuales han sido explotados tradicionalmente en ganadería extensiva. Para este ecosistema el Programa de Pastos Tropicales ha desarrollado pasturas mejoradas, y el Programa de Arroz cuenta ya con líneas avanzadas de arroz de secano.

El Sistema Arroz-Pastos

Con el arroz como cultivo base se pueden establecer asociaciones de gramíneas y leguminosas. Los dos cultivos se



2



3



4

Trials at Matazul, Llanos Orientales, Colombia: **2** The height of Carimagua 1 at almost 3 m did not make combine harvesting of rice difficult. **3** Residues left in the field after the rice harvest can be used as hay in the dry period. In the foreground, rice in monoculture; in the background, rice in rotation with pastures. **4** Llanero-Vichada association one month after the rice harvest.

Ensayos en Matazul, Llanos Orientales, Colombia: **2** La altura del pasto Carimagua 1 de casi 3 m no dificultó la cosecha del arroz con combinada. **3** Los residuos en el campo después de la cosecha de arroz son utilizables como heno en la época seca. En primer plano, arroz en monocultivo; atrás, arroz en rotación con pasturas. **4** Asociación Llanero-Vichada un mes después de la cosecha de arroz.

break the cycle of crop pests and diseases, consequently benefiting the crop. The major problems of soil erosion and compaction in savanna Oxisols, resulting from continuous planting, even with high inputs such as amendments, fertilization, or machinery, are therefore counteracted.

The agropastoral system being developed can also include other crops such as soybean, sorghum, and maize. These systems could have an important economic impact on agricultural production and on regional and national development, and yet conserve natural resources (Photo 1, page 134).

Trials

In 1989, trials were established at three locations in the Llanos, east of Villavicencio: Matazul, La Balsa, and Carimagua.

The savanna rice line selected among six promising ones for Colombia (see "Rice for Acid Soils of the Savannas," page 96) was CT 6196-33-11-1-3M. The pasture associations were.

Brachiaria decumbens-*Pueraria phaseoloides* (kudzu);
Andropogon gayanus cv. Carimagua 1-*Stylosanthes capitata* cv. Capica;
B. dictyoneura cv. Llanero-*Centrosema acutifolium* cv. Vichada.

At Matazul, with replications at La Balsa, rice production in monoculture on one-hectare plots was compared with rice production in rotation with Llanero-Vichada and Carimagua 1-Capica pasture associations (Photos 2 to 4).

Also evaluated were agronomic factors such as the effect of distance between rows, rice planting density, and the timing of pasture planting. The performance of pastures alone with fertilization treatments recommended for rice, for pastures, and no treatment was also tested.

benefician mutuamente: por un lado, las nuevas líneas de arroz de secano permiten ampliar el área de cultivo a estas zonas tradicionalmente en ganadería extensiva, y pagar la mejora física y química del suelo para el establecimiento de las pasturas mejoradas. Por otro lado, las pasturas de gramíneas y leguminosas mejoran con el tiempo la estructura y condición química y biológica del suelo y rompen el ciclo de plagas y enfermedades del cultivo, beneficiando subsecuentemente las cosechas de arroz. Se contrarresta así el problema resultante de la siembra continua de cultivos, inclusive con altos insumos (enmiendas, fertilización, maquinaria y otros) en los Oxisoles de las sabanas, la cual ocasiona graves problemas de erosión y compactación de los suelos.

El sistema agropastoril en desarrollo podría también incluir otros cultivos como soya, sorgo y maíz. Estos sistemas de rotación de cultivos con pasturas podrán tener un impacto económico importante a nivel de productor y en el desarrollo regional y nacional, al mismo tiempo que conservan los recursos naturales (Foto 1, pag. 134).

Ensayos

Estos se establecieron en 1989 en tres localidades de los Llanos, al oriente de Villavicencio: Matazul, La Balsa y Carimagua.

La línea de arroz para sabana seleccionada entre las seis promisorias para Colombia (ver "Arroz para los Suelos Ácidos de las Sabanas", pag. 96) fue la CT 6196-33-11-1-3M. Las asociaciones de pasturas fueron:

Brachiaria decumbens-*Pueraria phaseoloides* (kudú);
Andropogon gayanus cv. Carimagua 1-*Stylosanthes capitata* cv. Capica;
B. dictyoneura cv. Llanero-*Centrosema acutifolium* cv. Vichada.

En Matazul, con réplicas en La Balsa, en parcelas de una hectárea, se comparó la producción de arroz en monocultivo con arroz sembrado con las pasturas asociadas de Llanero-Vichada, y con Carimagua 1-Capica (Fotos 2 a 4).



5

6

5 Carimagua 1-Capica in association with rice. **6** Detail of the association; experimental plot at Matazul, Llanos Orientales, Colombia.

5 Carimagua 1-Capica en asociación con arroz. **6** Detalle de la asociación; parcela experimental en Matazul, Llanos Orientales, Colombia.

At Carimagua, evaluations were made of the effect on production of rice planted after improved pastures of *Brachiaria decumbens* with 10 years of establishment; after the association *B. decumbens-Pueraria phaseoloides*; and after native savanna. In addition, differences between early and late soil preparation, types of preparation, and planting systems were analyzed.

Preliminary results

Yield. At Matazul, the average rice production in monoculture was 2.2 t/ha; in association with Llanero-Vichada, 2.1 t/ha; with Carimagua 1-Capica, 2.0 t/ha (Table 1) (Photos 5 and 6). This yield for savanna rice lines with low fertilization was acceptable, and was not affected by competition from the associations. Three months after the rice harvest, in response to the residual effect of fertilizing the rice, pastures were established and ready for grazing. This is a positive result, taking into account that when the pasture is established directly and with the recommended fertilization

Se evaluaron también factores agronómicos como el efecto de la distancia entre surcos, la densidad de siembra del arroz y el momento de siembra de las pasturas. También se evaluó el comportamiento de las pasturas solas con la fertilización recomendada para el arroz, para las pasturas, y sin fertilización.

En Carimagua se evaluó el efecto sobre la producción de arroz sembrado después de pasturas mejoradas de *Brachiaria decumbens* con 10 años de establecimiento; después de la asociación *B. decumbens-Pueraria phaseoloides*; y después de sabana nativa. Además, se evaluaron las diferencias entre preparación temprana y tardía del suelo, tipos de preparación y sistemas de siembra.

Primeros resultados

Rendimiento. En Matazul el promedio de producción de arroz en monocultivo fue de 2.2 t/ha; en asociación con Llanero-Vichada, de 2.1 t/ha; con Carimagua 1-Capica, 2.0 t/ha (Cuadro 1) (Fotos 5 y 6). Este rendimiento de las líneas de arroz de sabana con baja fertilización fue aceptable y no fue afectado por la competencia de

Table 1. Estimated rice and biomass production of rice in monoculture and in rotation with pasture associations, on one-hectare plots with three replications, Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Cuadro 1. Producción estimada de arroz y de biomasa en monocultivo y en rotación con asociaciones de pasturas en parcelas de una hectárea con tres réplicas, Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

System ^a	Rice (kg/ha)	Weeds (Malezas)	Grass	Legume
		Dry matter (Materia seca) (kg/ha)		
Rice in monoculture	1881-2515	280-1118	—	—
Rice + <i>B.d.</i> + <i>C.a.</i>	1954-2285	542-898	609-1962	149-314
Rice + <i>A.g.</i> + <i>S.c.</i>	1734-2367	292-658	1464-2103	437-448

- a. *B.d.* = *Brachiaria dictyoneura* (cv. Llanero)
C.a. = *Centrosema acutifolium* (cv. Vichada)
A.g. = *Andropogon gayanus* (cv. Carimagua 1)
S.c. = *Stylosanthes capitata* (cv. Capica)

levels (20 P + 20 K + 100 Ca + 20 Mg + 10 S), it needs as long as 12 months before it can be used.

Planting distance and density. Rice production in monoculture and in rotation with Carimagua 1-Capica did not vary when planting was done at 34 cm or 51 cm between rows, using 60 kg and 90 kg of seed per hectare. This means that it is possible to economize on rice seed without affecting its production. Significant economic differences were not observed between rice in monoculture and rice in rotation with pastures when these were planted 30 days after rice (Table 2).

Fertilization. There was a higher yield of Carimagua 1-Capica pastures with fertilization for rice than with fertilization for pastures, which demonstrates the potential of pasture response to higher fertilization levels.

las asociaciones. Tres meses después de la cosecha del arroz las pasturas estaban establecidas y listas para pastoreo en respuesta al efecto residual de la fertilización para arroz. Esto resulta positivo si se tiene en cuenta que cuando la pastura se establece directamente y con la fertilización recomendada para la misma (20 P + 20 K + 100 Ca + 20 Mg + 10 S) necesita hasta 12 meses antes de poder ser utilizada.

Distancia y densidad de siembra. La producción de arroz en monocultivo y en asociación con Carimagua 1-Capica no varió cuando la siembra se hizo a 34 cm ó 51 cm entre hileras, utilizando 60 kg y 90 kg de semilla por hectárea. Esto significa que es posible economizar semilla de arroz sin que se afecte su producción. No se observaron diferencias económicas significativas entre arroz solo y en asociación con pasturas al sembrar éstas 30 días después del arroz (Cuadro 2).

Table 2. Effect of spacing between rows, seed density, and fertilization in the rice-pastures system. Rice and biomass production, Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Cuadro 2. Efecto del espaciamiento entre surcos, la densidad de la semilla y la fertilización en el sistema arroz-pastos. Producción de arroz y de biomasa, Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Cropping system and treatments (Sistema de cultivo y tratamientos)		Rice	Weeds	<i>A. gayanus</i>	<i>S. capitata</i>
		(kg/ha)			
Rice in monoculture					
cm	kg/ha				
34	60	2185	1171	—	—
34	90	2000	886	—	—
51	60	2277	633	—	—
51	90	2340	689	—	—
Rice + association ^a					
cm	kg/ha				
34	60	2066	742	480	135
34	90	2103	1061	765	187
51	60	1811	1027	521	160
51	90	1974	476	453	160
<i>A. gayanus</i> - <i>S. capitata</i> association					
Fertilization for rice		—	844	1265	1329
Fertilization for rice without N		—	515	1758	1449
Fertilization for pastures		—	445	319	732
No fertilization		—	298	151	341

a. *Andropogon gayanus*-*Stylosanthes capitata* association planted 30 days after rice.
(Asociación *Andropogon gayanus*-*Stylosanthes capitata* sembrada 30 días después del arroz.)

Dry-matter production of Carimagua 1-Capica was not reduced by eliminating the nitrogen in fertilization for rice, but weeds were reduced by 40% (Table 2).

Soil preparation. With early soil preparation at Carimagua, it was possible to double rice production in monoculture or in rotation with pastures, compared with rice production when land was prepared at planting, even under drought (Table 3). In effect, the soil where the trial was carried out contained more than 40% sand, and droughts occurred at different stages of the crop

Rice after 10 years of pastures. At Carimagua, growing rice after 10 years of an associated pasture (*B. decumbens*-*P. phaseoloides*) produced more than 3 t/ha of grain, with no response to phosphorus and nitrogen applications. When planted after grass alone (*B. decumbens*), there was response to nitrogen, but not to phosphorus applications, obtaining rice yields as high as 3 t/ha. On the contrary, maximum rice production did not surpass

Fertilización. Hubo mayor rendimiento de las pasturas Carimagua 1-Capica con fertilización para arroz que con la fertilización para pasturas, lo cual demuestra el potencial de respuesta de éstas a niveles más altos de fertilización.

La producción de materia seca de Carimagua 1-Capica no se redujo eliminando el nitrógeno en la fertilización para arroz, pero la cantidad de malezas disminuyó en 40% (Cuadro 2).

Preparación del suelo. En Carimagua, con la preparación temprana del suelo, fue posible duplicar la producción de arroz en monocultivo o en rotación con pasturas, en comparación con la preparación del terreno al momento de la siembra, aun bajo condiciones desfavorables de disponibilidad de agua (Cuadro 3). En efecto, el suelo donde se efectuó el ensayo contenía más de 40% de arena, y en el área se presentaron sequías en diferentes etapas del cultivo.

Arroz después de 10 años de pasturas. En Carimagua el cultivo de arroz después de 10 años de una pastura asociada (*B. decumbens*-*P. phaseoloides*) produjo más de 3 t/ha de grano, y no respondió a las aplicaciones de fósforo y nitrógeno. Cuando la siembra se hizo después de una

Table 3. Effect of early and late planting on the rice-pastures system in sandy soil (> 40% sand), Carimagua, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Cuadro 3. Efecto de la siembra temprana y tardía en el sistema arroz-pastos en suelo arenoso (> 40% arena), Carimagua, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Period (Epoca)	Rice (kg/ha)	<i>B. decumbens</i>	<i>C. acutifolium</i>	Weeds
(kg/ha)				
Early planting (Siembra temprana)				
Rice	2322	—	—	195
Rice + <i>B.d.</i> + <i>C.a.</i> ^a	2440	5	30	53
<i>B.d.</i> + <i>C.a.</i>	—	486	276	790
Late planting (Siembra tardía)				
Rice	1219	—	—	288
Rice + <i>B.d.</i> + <i>C.a.</i>	1496	10	6	107
<i>B.d.</i> + <i>C.a.</i>	—	493	90	713

a. Planted 30 days after rice (Sembradas 30 días después del arroz); *B.d.* = *Brachiaria decumbens*; *C.a.* = *Centrosema acutifolium*.

2 t/ha when rice was planted after native savanna, even with high fertilizer applications. This demonstrates the beneficial effect of pastures, especially associations, on savanna soils (Figure 1).

Sustainability of the System

The difference in yield of 1 t/ha between rice after native savanna and rice after improved pastures, especially associated ones, in addition to incorporated nitrogen, is a result of better soil structure and soil-plant-water relationships, of accumulated nutrients such as calcium and magnesium, and of greater biological activity in the soil surface. All this is critical to a sustainable rice-pastures system

gramínea sola (*B. decumbens*) hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno, pero no a la de fósforo, obteniéndose rendimientos de arroz hasta de 3 t/ha. Por el contrario, la producción máxima de arroz no sobrepasó las 2 t/ha cuando se sembró después de sabana nativa, aun con aplicaciones altas de fertilizantes. Esto demuestra el efecto benéfico de las pasturas, especialmente asociaciones, en los suelos de sabana (Figura 1).

Estabilidad del Sistema

La diferencia en rendimiento de 1 t/ha de arroz después de sabana nativa y de pasturas mejoradas, especialmente asociadas, además de la incorporación de nitrógeno, se debe a una mejor estructura del suelo y de las relaciones suelo-planta-agua, a la acumulación de nutrientes como calcio y magnesio, y a una mayor

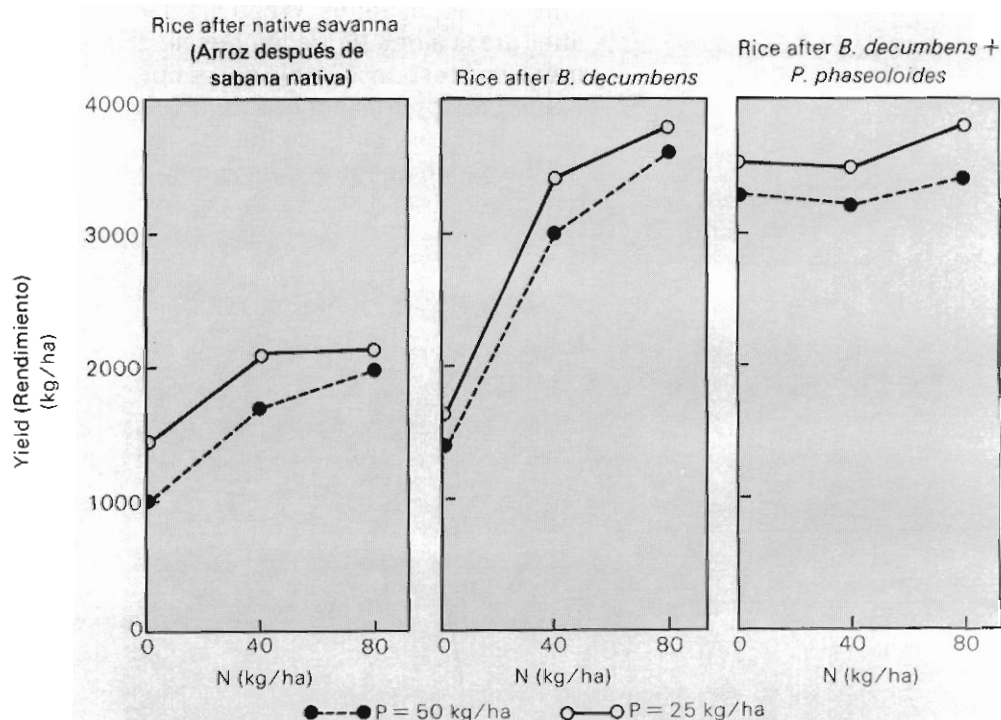


Figure 1. Rice production on plots planted after 10 years of improved pastures, and on native savanna, in response to different fertilization levels with nitrogen and phosphorus, Carimagua, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Figura 1. Producción de arroz en parcelas donde hubo pasturas mejoradas de 10 años de edad, y en sabana nativa, en respuesta a diferentes niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo, Carimagua, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Advantages of the System

Experimental results suggest that the rice-pastures system will be a viable alternative for the savanna ecosystem, and that it will be attractive to farmers and cattle ranchers because of its low-input technology.

Direct cost analysis reveals that, when a producer plants rice in rotation with improved pastures, he needs to obtain 2 t/ha of rice to recover initial establishment costs: 1.2 t/ha for the rice and 0.8 t/ha for the pastures (Figure 2). Soil preparation and fertilization are carried out simultaneously in this system, and the pastures are not affected when harvesting the rice. This will allow increased adoption of

actividad biológica en el suelo superficial. Todo esto es fundamental para mantener la estabilidad del sistema arroz-pastos.

Ventajas del Sistema

Los resultados experimentales permiten prever que el sistema arroz-pastos será una alternativa viable en el ecosistema de sabana y atractiva para los agricultores y ganaderos por ser una tecnología de bajos insumos.

El análisis de costos directos reveló que cuando un productor siembra arroz asociado con pasturas mejoradas necesita obtener 2 t/ha de arroz para recuperar los costos del establecimiento inicial: 1.2 t/ha para el arroz y 0.8 t/ha para las pasturas (Figura 2). En este sistema la preparación del suelo y la fertilización se realizan simultáneamente, y las pasturas no se

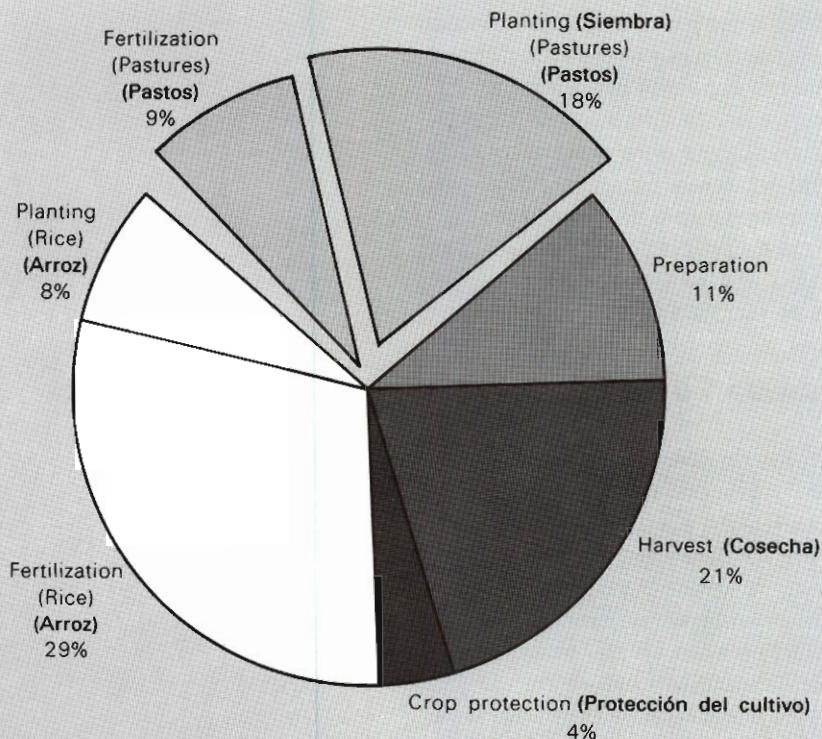


Figure 2. Direct production costs for rice-pastures at Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

Figura 2. Costos directos de producción para arroz-pastos en Matazul, Llanos Orientales, Colombia, 1989.

improved pastures since their establishment costs, which discourage some farmers from adopting them, are greatly reduced in the rice-pastures system.

When rice is planted in monoculture, it is necessary to obtain 1.6 t/ha to recover the initial investment. In the trials described, rice production surpassed this figure. Thus, there is a positive net cash flow in the system from the outset.

Another advantage is that rice can be planted at the beginning of the rainy season when other crops cannot be planted. In the case of pastures, the time from planting to introducing animals to the pasture is reduced about seven months.

Problems

Weeds were the biggest problem in the different trials. Their chemical control is rendered mutually impossible by the irregular distribution of weed species and especially the difficulty of using selective herbicides in a complex species mix. This problem needs to be studied further, concentrating on methods and implements for soil preparation, along with type, quantities, and application of fertilizers.

Future Activities

Researchers from ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) in Colombia and CNPAF/EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) in Brazil are closely following this work and will participate in future stages. These will include detailed studies on crop competition, soil preparation, fertilization, integrated pest management, crop rotations and sequences, and new pastures.

In 1993, there is hope for applying results in Venezuela and Bolivia, which have ecosystems and enormous agricultural frontiers similar to those of Colombia.

afectan al cosechar el arroz. Esto permitirá una mayor adopción de las pasturas mejoradas ya que los costos de su establecimiento, que desalientan a muchos agricultores para adoptarlas, se reducen notoriamente en el sistema arroz-pastos.

Cuando se siembra arroz en monocultivo es necesario obtener 1.6 t/ha para recuperar la inversión inicial. Los anteriores ensayos demostraron que la producción de arroz sobrepasó estas cifras, arrojando desde el principio un flujo neto de caja positivo para el sistema.

Otra ventaja es que el arroz se puede sembrar al inicio de la estación lluviosa, en la cual no se pueden sembrar otros cultivos. En el caso de las pasturas, disminuye en aproximadamente siete meses el tiempo desde la siembra hasta la introducción de los animales en la pastura.

Problemas

Las malezas fueron el mayor problema en los diferentes ensayos. Su control químico se vuelve imposible por la distribución irregular de las especies involucradas y especialmente por la dificultad de usar herbicidas selectivos para una mezcla compleja de especies. Este problema necesita mayor estudio de métodos e implementos de preparación del suelo, así como del tipo, las cantidades y la aplicación de fertilizantes.

Actividades Futuras

Investigadores de ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), en Colombia, y CNPAF/EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) en Brasil, están siguiendo de cerca este trabajo y participarán en sus etapas futuras. Estas incluirán estudios detallados de competencia entre cultivos, preparación de suelos, fertilización, manejo integrado de plagas, rotaciones y secuencias de cultivos, y nuevas pasturas.

En 1993 se espera aplicar los resultados en Venezuela y Bolivia, que comparten con Colombia ecosistemas y grandes territorios de frontera agrícola similares.

Training and Communications Support Program

Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones

The training of professionals from national programs collaborating with CIAT has always accompanied the Center's research activities. Training has been considered essential for transferring and applying research results to collaborating countries and for strengthening their scientific teams to work in adaptive research and technology transfer. With the above objectives, CIAT's Training Program, the research programs, and support units together offered specialized training to 2565 professionals from 72 countries during the 1980s (page 12).

In order to facilitate and extend the scope of their work, many professionals trained at CIAT have joined international research networks supported by the Center in agricultural commodities of mutual interest. In addition, many of them, in their turn, offer specialized training in their countries, a growing activity which receives support from CIAT (page 12).

La capacitación de profesionales procedentes de programas nacionales colaboradores del CIAT siempre ha acompañado las actividades de investigación del Centro. La capacitación se ha considerado esencial para llevar y aplicar los resultados de la investigación a los países y fortalecer sus equipos científicos en investigación adaptativa y transferencia de tecnología. Con tales propósitos, el Programa de Capacitación y los programas de investigación y unidades de apoyo del CIAT ofrecieron conjuntamente formación especializada a 2565 profesionales procedentes de 72 países colaboradores durante la década de los ochenta (pag. 12).

Para facilitar y ampliar el alcance de su trabajo, muchos de los profesionales capacitados en el CIAT se han integrado a redes internacionales de investigación apoyadas por el Centro en los cultivos de mutuo interés. También, y de manera creciente, muchos de ellos brindan a su vez capacitación especializada en sus

Having carried out, together with the national programs, a considerable training effort in adaptive research, the Program is now oriented toward *training in applied and strategic research*, at postgraduate level, for a smaller number of rigorously selected participants

Support for training in adaptive research and technology transfer has not been neglected, however. To back up these efforts more effectively, a strategy for training national trainers was adopted in 1989. This is explained in "Training Trainers" (page 148).

In the last third of the 1980s, activities involving bibliographic information, publication, public information, and graphic arts, which were formerly part of the Communication and Information Support Unit, were integrated into the Training Program. The new Training and Communications Support Program, therefore, expanded its capacity to assist national programs and CIAT itself.

Specifically, such communication support consists of collecting, on a worldwide basis, and disseminating scientific literature on crops of interest to CIAT and to the national programs, publishing and distributing research results and other works of the scientific staff, and providing information to public opinion groups on the Center's activities and their impact.

In addition, training materials (audiotutorials and, more recently, videos), produced by a specialized group, have served as complementary teaching tools for individuals and groups. A recent survey among users corroborates their effectiveness. This is briefly described in "Training Materials: Their Effectiveness and Impact" (page 152).

Bibliographic information is as essential for research as it is for training. The Program's Information Unit, directly responsible for collecting and disseminating information, is modernizing its services in order to improve their

países, actividad que recibe apoyo del CIAT (pag. 12).

Habiendo cumplido conjuntamente con los programas nacionales una amplia tarea de formación en investigación adaptativa, el Programa se orienta ahora hacia la capacitación en investigación aplicada y estratégica, a nivel de posgrado, y para un menor número de participantes rigurosamente seleccionados. Con ello no retira su apoyo a la formación en investigación adaptativa y en transferencia de tecnología. Para respaldarlas más efectivamente en los países se adoptó a partir de 1989 la estrategia de formación de capacitadores nacionales. Esta se explica en "Capacitación de Capacitadores" (pag. 148).

En el último tercio de la década de los ochenta, se integraron al Programa de Capacitación las actividades de información bibliográfica, publicación, información pública y artes gráficas, que previamente constituían la Unidad de Apoyo en Comunicaciones e Información. De esta manera el nuevo Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones amplió su capacidad de colaboración con los programas nacionales y con el CIAT mismo.

Específicamente, el apoyo en comunicaciones consiste en la obtención y disseminación de literatura científica mundial sobre los cultivos de interés para el CIAT y para los programas nacionales; la publicación de resultados de investigación y de otros trabajos del personal científico y su distribución; y la información a sectores de opinión sobre actividades del Centro y su impacto.

Adicionalmente, los materiales de capacitación (audiotutoriales y, más recientemente, videos) producidos por un grupo especializado han sido instrumentos complementarios de aprendizaje individual o en grupo. Una encuesta reciente entre usuarios corrobora su efectividad, la cual se ilustra brevemente en "Materiales de Capacitación: Su Efectividad e Impacto" (pag. 152).

La información bibliográfica es indispensable tanto para la investigación como para la capacitación. Para brindar este apoyo más eficientemente y ampliar su cobertura, la Unidad de Información del

efficiency and extend their coverage. This process appears in "Modernizing Information Services" (page 156).

In addition to its traditional scientific printed materials, the Program is diversifying publication contents and formats to reach new audiences, including technology transfer agents in national programs. Publications are becoming more specialized, by subject and by audience, and their production and distribution are being streamlined for more efficient use of resources and better service to users.

CIAT's publications for 1989 appear in the Annexes, together with a list of works by CIAT's scientific staff that appeared in outside publications in 1989 (pages 169 and 171, respectively).

Programa, directamente a cargo de reunir y diseminar tal información, está modernizando sus servicios. Este proceso se explica en "Modernización de los Servicios de Información" (pag. 156).

Además de sus publicaciones habituales de contenido científico, el Programa está diversificando contenidos y formatos para llegar a nuevas audiencias, entre ellas los agentes de transferencia de tecnología en programas nacionales. Por lo tanto, las publicaciones se están especializando por temas y públicos, y su producción y distribución se están agilizando para más eficiente uso de recursos y mejor servicio a los usuarios.

Las publicaciones del CIAT en 1989 se citan en los Anexos, así como los trabajos del personal científico aparecidos en el mismo año en publicaciones externas (pags. 169 y 171, respectivamente).

Training Trainers

Capacitación de Capacitadores

As CIAT concentrates its training activities on upstream research, training in adaptive research and technology transfer increasingly becomes the responsibility of national programs. Many are well prepared and have the resources to do it, but need assistance in one important aspect: training their own trainers.

The corresponding methodology was incorporated into CIAT's Training and Communications Support Program (TCSP) in 1989 and field-tested in two countries: Dominican Republic and Ecuador. There, it was experimentally applied in support of national rice-training courses.

Why Train Trainers?

Technical and scientific training of the type regularly offered by CIAT to professionals from collaborating countries does not guarantee that these professionals will, in turn, transmit their new knowledge to others in need of it.

Major reasons for this are a lack of communication skills, of the necessary knowledge of adult education, and, often, the scarcity of written and visual materials for effective teaching. Many times they

Al concentrar el CIAT sus esfuerzos de capacitación en la investigación avanzada, la formación en investigación adaptativa y en transferencia de tecnología recae cada vez más en los programas nacionales. Muchos de ellos están preparados para esa tarea y cuentan con recursos, pero necesitan una ayuda importante: la formación de sus propios capacitadores.

La metodología correspondiente fue incorporada al Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones del CIAT (PACC) en 1989, y se aplicó experimentalmente en dos países, República Dominicana y Ecuador, como apoyo a cursos nacionales de capacitación en arroz.

Por qué Capacitar Capacitadores?

La formación de tipo técnico y científico obtenida en cursos como los ofrecidos regularmente por el CIAT a profesionales de los países colaboradores no garantiza que estos profesionales transmitirán, a su vez, los conocimientos recibidos a otras personas que los necesitan.

Las razones principales que explican lo anterior son la falta de destrezas de comunicación y de nociones indispensables sobre educación de

also lack adequate institutional and logistic support. Furthermore, their own personal motivation is often biased toward applying knowledge rather than communicating it

In an effort to assist them, the TCSP is developing a training model, which was field-tested with the cooperation of CIAT's Rice Program. Vicente Zapata, CIAT's adult education specialist, explains: "In order to train course participants to train others, we are emphasizing instructional systems. For instance, we have incorporated into some courses, both at CIAT and in different countries, training on the production of written materials. Through this experience, the participants learn to express succinctly the concepts and practices which constitute the course content of local training programs. The final product is twofold: a group of professionals with basic knowledge and training skills, and a set of instructional materials which they can use in future training events" (Photos 1 and 2, page 150).

The Model and Its Application

The training-the-trainers model begins with an assessment of participants' needs as trainers, both with respect to scientific content and to teaching and communication abilities.

In the Dominican Republic, the assessment of needs relied on information from the Caribbean Rice Improvement Network and, in Ecuador, on information gathered with the cooperation of 20 professionals from the National Rice Program.

Using instructional design criteria, a rice production course was developed to meet the participants' needs. The course content and methodology were adjusted and approved by national coordinators.

The candidates identified as prospective trainers were selected during this first course by means of course-content evaluation and

adultos, así como la escasez frecuente de materiales escritos y visuales para poder enseñar efectivamente. A menudo carecen del necesario apoyo institucional y logístico, y su propia motivación personal los inclina más a aplicar los conocimientos adquiridos que a transmitirlos.

Para ayudarlos, el PACC está desarrollando un modelo de capacitación que probó sobre el terreno en colaboración con el Programa de Arroz del CIAT. Vicente Zapata, especialista del CIAT en educación de adultos, lo explica: "Para capacitar a participantes en cursos con el fin de que puedan capacitar a otros, estamos haciendo énfasis en los sistemas de instrucción. Por ejemplo, hemos incorporado a ciertos cursos, tanto en el CIAT como en varios países, la capacitación en producción de materiales escritos; con ella los participantes aprenden a resumir los conceptos y prácticas que constituyen el contenido de cursos para programas locales de entrenamiento. El producto final de esa capacitación es doble: profesionales con conocimientos básicos y habilidades de enseñanza, y materiales que pueden usar en futuros eventos de capacitación" (Fotos 1 y 2, pag. 150).

El Modelo y su Aplicación

El modelo de capacitación de capacitadores parte de un inventario de necesidades de los profesionales como capacitadores, tanto en contenido científico como en habilidades de enseñanza y comunicaciones.

En República Dominicana, el inventario se basó en información suministrada por la Red para Mejoramiento de Arroz en el Caribe, y en Ecuador, en un diagnóstico hecho en colaboración con 20 profesionales del Programa Nacional de Arroz.

Aplicando criterios didácticos, se diseñó un curso para atender las necesidades de los participantes, cuyo contenido y metodología fueron aprobados por los coordinadores nacionales.

Los candidatos identificados como futuros capacitadores fueron seleccionados durante el primer curso mediante evaluación del contenido de éste y observación de sus aptitudes para



1

Bean breeders, **1** Lydia Wanja Ireri, from Kenya's Agricultural Research Institute, and **2** Megistu Lemma Workineh, teacher at Alemaya University of Agriculture, Ethiopia, attended training sessions for trainers during a breeding course at CIAT in 1989. Their opinion: "It was new because before I just gave talks. It facilitates communication because you become aware of the importance of the audience. It's going to help whenever we have to pass information to other people" (Ireri). "With slight modifications, we will adopt the technology in future activities, particularly in teaching" (Workineh).

Los fitomejoradores de frijol, **1** Lydia Wanja Ireri, del Instituto de Investigación Agrícola de Kenia, y **2** Megistu Lemma Workineh, profesor de la Universidad Alemaya de Agricultura, en Etiopía, luego de una etapa de instrucción para capacitadores en un curso de fitomejoramiento ofrecido en el CIAT en 1989, expresaron: "Fue una novedad porque antes me limitaba a presentar una charla. Se facilita la comunicación porque se da uno cuenta de la importancia del auditorio. Nos ayudará cuando tengamos que dar información a la gente" (Ireri). "Con algunas modificaciones adoptaremos la metodología en futuras actividades, particularmente en la enseñanza" (Workineh).



2



3

3 Eugenio Tascón (standing), CIAT's training associate, works with Dominican Republic trainers on a teaching unit on integrated weed management.

3 Eugenio Tascón (de pie), asociado de capacitación del CIAT, trabaja con capacitadores de República Dominicana en la elaboración de una unidad de aprendizaje sobre manejo integrado de malezas.

observation of their communication and teaching abilities. Before they returned to their work stations, the participants prepared a technology transfer project (usually a demonstration trial), which they carried out at their work locations. These projects are used as technological tools and as teaching resources for the new trainers when they carry out their own training courses or other technology transfer events.

The training workshops for trainers were designed to help them transform technological knowledge into instructional materials or learning units to train others. As a result of this activity, 10 teaching units on rice-production technologies were developed by Dominican and Ecuadorian trainers (Photo 3).

In a second workshop, new trainers were identified, who, in turn, performed as teachers for the next technology course, where they tested their teaching abilities

The Next Steps

This training model is helping to build a team of national trainers. These teams are expected to attend an in-depth training workshop at CIAT on specific aspects of rice research and development, adult education, audiovisual production, teaching methods, and management of training programs.

An international trainers' network is also planned, with support from the TCSP, to facilitate exchange of experiences, human resources, and teaching materials.

The goal is to help establish autonomous training programs in different countries with the necessary support from their respective governments and research programs. In this way, countries can efficiently train their professionals in research, extension, and other agricultural development disciplines.

comunicarse y enseñar. Antes de regresar a sus trabajos habituales, los participantes prepararon un proyecto de transferencia tecnológica (generalmente un ensayo demostrativo) que llevaron a la práctica en su lugar de trabajo. Estos proyectos sirven a los nuevos capacitadores como herramienta tecnológica y recurso de capacitación en sus cursos o eventos de transferencia tecnológica.

Los talleres para capacitadores fueron diseñados para ayudarles a convertir el conocimiento tecnológico en material instructivo (unidades de aprendizaje), con el cual capacitarán a otros posteriormente. De esta manera los capacitadores dominicanos y ecuatorianos produjeron 10 unidades de aprendizaje sobre tecnologías de producción de arroz (Foto 3).

Durante un segundo taller, se identificaron nuevos capacitadores, quienes, a su vez, fueron docentes en el curso de arroz en la siguiente etapa, durante el cual demostraron su capacidad como tales.

Futuras Etapas

Mediante este modelo de capacitación se va consolidando un equipo nacional de capacitadores. Para estos equipos se planea una capacitación en profundidad en el CIAT, sobre aspectos específicos de investigación y desarrollo del cultivo de arroz, y sobre educación de adultos, producción audiovisual, técnicas de enseñanza y manejo de programas de capacitación.

También se planea para el futuro la integración de una red internacional de capacitadores, con el respaldo del PACC, para facilitar el intercambio de experiencias, recursos humanos y materiales de instrucción.

La meta es el establecimiento de programas autónomos de capacitación que cuenten con el apoyo de los respectivos gobiernos y de los programas nacionales de investigación. Con este recurso los países podrán preparar eficientemente a sus profesionales para la investigación, la extensión y otras tareas del desarrollo agrícola.

Training Materials: Their Effectiveness and Impact

Materiales de Capacitación: Su Efectividad e Impacto

Training materials, that is, audiovisual units composed of slide set, audio-cassette, and study guide, have been produced by CIAT since 1978 (Photo). They are intended for self-instruction on specific research topics and can also be used for group instruction. The majority are in Spanish, but English and French versions are also being produced in response to increasing demand from the regional programs for beans in Africa, and cassava in Asia.

During the 1980s, 132 units were produced, and more than 8000 copies distributed. The demand for audiotutorials (as they are referred to) has been persistent from a diversity of institutions in several countries. More recently, the study guides have been profusely distributed as separate training materials. They are popular, especially among students, because of their low cost and good instructional design.

In 1989, the Training Materials Section conducted a survey on the effectiveness, utilization, and impact of the training units. Almost 500 questionnaires were mailed to users in 31 countries, 21 of which were in Latin America. The response rate was 47%, and it shows interesting findings, such as a diversity of user institutions (Figure 1); all but 2% of them carry out their own training programs for a variety of audiences (Figure 2); almost all (95%) consider CIAT training materials important for their training activities.

Desde 1978 el CIAT ha producido materiales de capacitación. Estos consisten en unidades audiovisuales (o audiotutoriales) integradas por un juego de transparencias, una narración grabada en casete, una guía de estudio y un guión (Foto). Su propósito es tanto la autoenseñanza como la enseñanza de grupos en temas específicos de investigación. La mayor parte de ellas está en español, pero se están produciendo versiones en inglés y francés atendiendo a la creciente demanda de los programas regionales de frijol en África y yuca en Asia.

En la década de los ochenta se produjeron 132 unidades, de las cuales se distribuyeron más de 8000 copias. La demanda ha sido permanente por parte de diversas instituciones en numerosos países. Más recientemente, se han distribuido profusamente las guías de estudio como materiales de capacitación separados; estas guías han tenido gran acogida, especialmente entre los estudiantes, por su bajo precio y su diseño didáctico.

En 1989 la sección de Materiales de Capacitación realizó una encuesta sobre la efectividad, uso e impacto de las unidades de capacitación. Se distribuyeron cerca de 500 cuestionarios en 31 países, 21 de ellos latinoamericanos, y se recibió un 47% de respuestas. Estas muestran la gran diversidad de instituciones usuarias de las unidades (Figura 1); casi todas ellas, menos el 2%, realizan sus propios programas de capacitación para diversidad de audiencias (Figura 2); el 95% considera los materiales del CIAT importantes para sus actividades de capacitación.



Samples of audiovisual and printed components of training units: videocassette, study guide and script, audio-cassette and slide set, and catalog.

Muestra de los componentes audiovisuales e impresos de una unidad de capacitación: casete de video, guía de estudio y guión, cinta grabada, juego de transparencias, y catálogo.

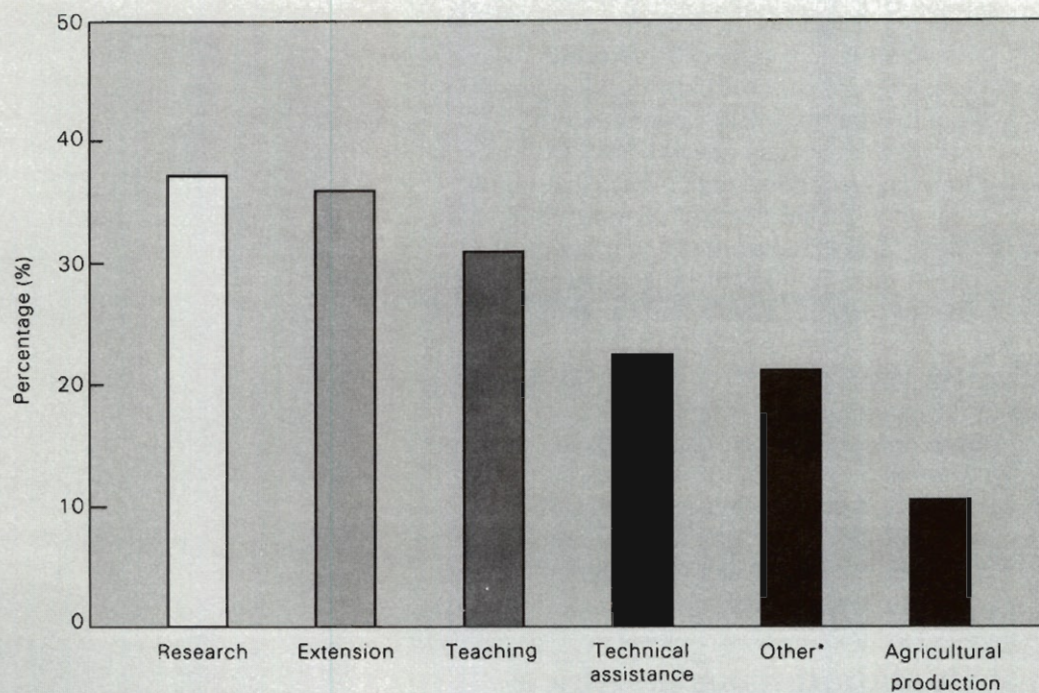


Figure 1. Main activities of the institutions responding to CIAT's survey on training materials.

Figura 1. Principales actividades de las instituciones que respondieron la encuesta del CIAT sobre materiales de capacitación.

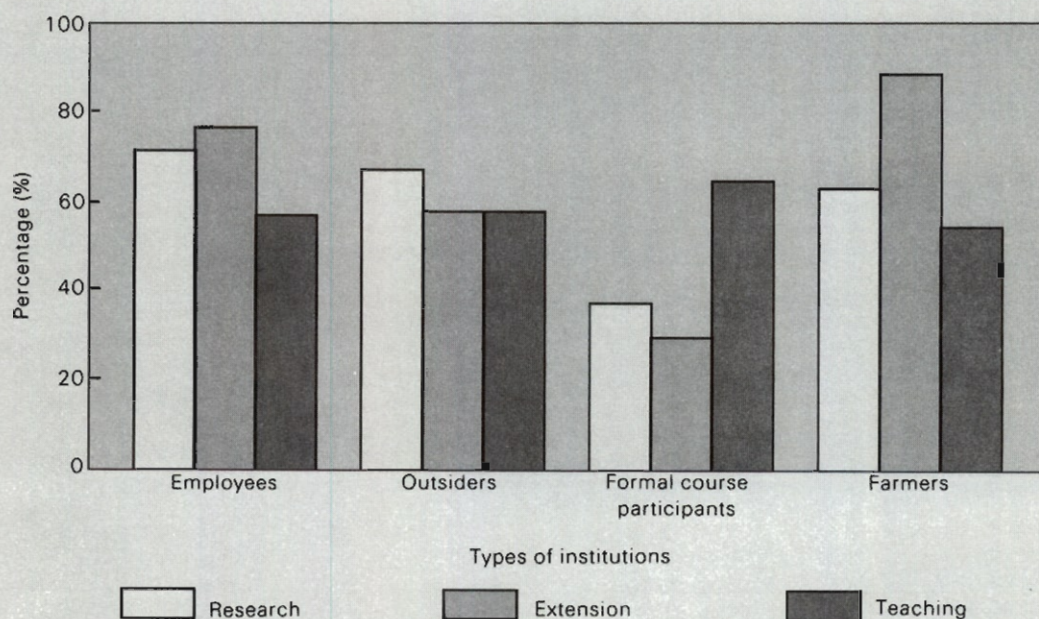


Figure 2. Types of audiences in training programs offered by the institutions.

Figura 2. Tipos de audiencias de los programas de capacitación ofrecidos por las instituciones.

As for relevance, 10% found the units to correspond exactly to their training needs, 50% found them to be a good complement, and 40% found them adaptable. "This is a logical consequence of CIAT's relatively narrow field of specialization, but indicates that further studies are warranted to find out how CIAT can help fill the diverse needs of these institutions," explains Cynthia Connolly, head of the Training Materials Section

With regard to needs and preferences, the most needed subjects in training materials are production technology and problem diagnoses, which are extension rather than research oriented (Figure 3)

Audiotutorials in Africa

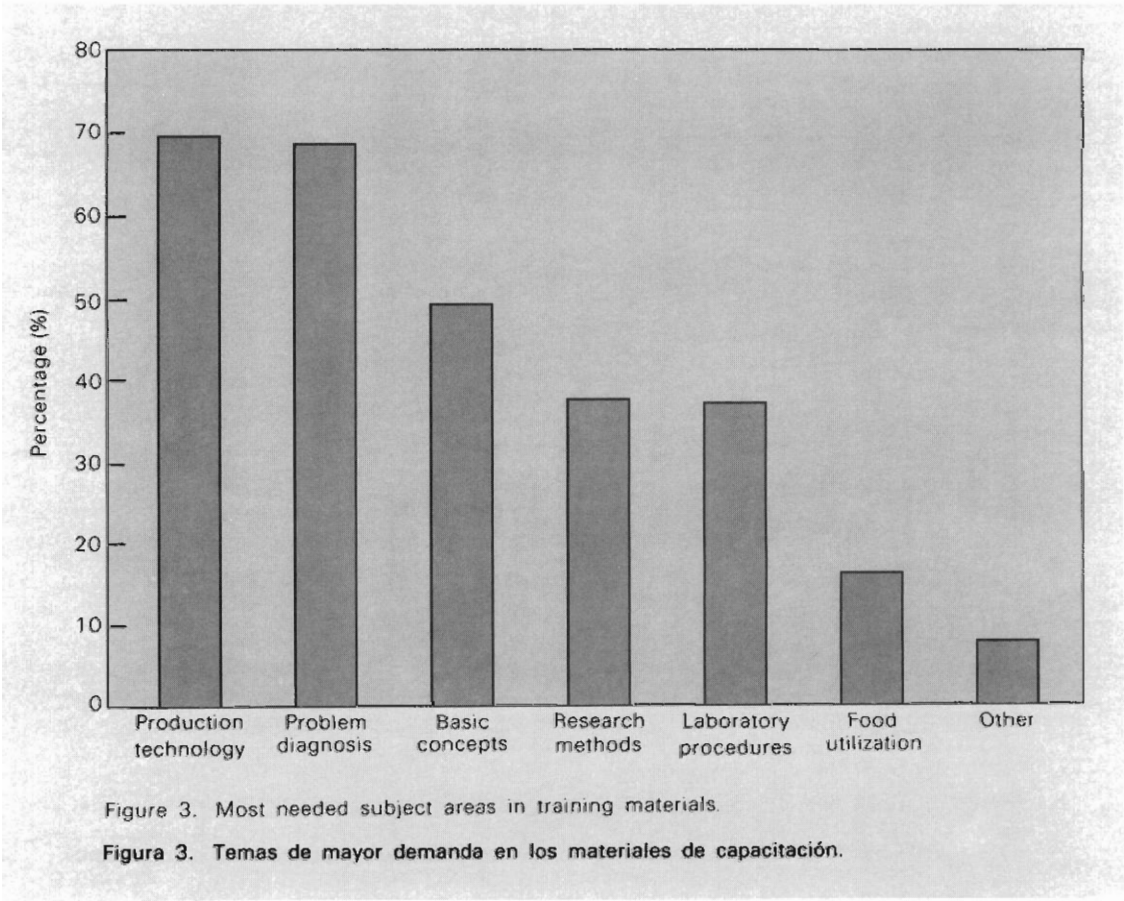
Audiotutorials are particularly important in Africa, where they were

En cuanto a su aplicabilidad, el 10% encontró que las unidades correspondían exactamente a sus necesidades de enseñanza; 50% las considera un buen complemento; y 40% las encuentra adaptables a sus necesidades. "Esta es una consecuencia lógica de la acentuada especialización del CIAT, e indica que es necesario estudiar más cómo puede el Centro atender las diversas necesidades de las instituciones", anota Cynthia Connolly, jefe de Materiales de Capacitación.

Con respecto a necesidades y preferencias, los temas de mayor demanda en los materiales de capacitación son las tecnologías de producción y el diagnóstico de problemas, más propios de la extensión agrícola que de la investigación (Figura 3).

Audiotutoriales en Africa

Los audiotutoriales tienen particular importancia en Africa, donde fueron



more recently introduced by CIAT's Regional Bean Program. Because they appear to play a more significant role in that continent than in Latin America, CIAT is making a special effort to translate and produce them for Africa. "They are a very important training tool," says James K. O. Ampofo, entomologist, stationed in Tanzania. "They help identify the problem and get the feel of it. The slides can be used selectively for special purposes, a flexibility which is not possible with videos. Their value cannot be underrated, particularly in Africa, even though in some countries slide projectors are difficult to find."

Roger Kirkby, coordinator and cropping systems agronomist of the Regional Program, adds: "...experience with their use in training courses in the region indicates that the taped commentary is better replaced by a teacher who has first familiarised himself or herself with the content of the slides and guidebook, and a copy of the guidebook should be provided to each student. Programme leaders or university staff may also find it useful to select among the set for slides that can be combined with their own for illustrating a particular topic."

A follow-up study is needed to clarify the issues raised by the survey. One conclusion, however, is clear, the materials were rated 'very efficient' in making instructors' work more effective; and 'efficient' in reinforcing learning, teaching a larger number of people, and decreasing learning time.

introducidos recientemente por el Programa Regional de Frijol del CIAT. Como allí parecen jugar un papel todavía más significativo que en América Latina, el CIAT está poniendo énfasis en su traducción y producción para África. "Son un instrumento de enseñanza muy importante", dice James K. O. Ampofo, entomólogo del Programa con sede en Tanzania. "Los materiales ayudan a identificar los problemas y a dar una idea de los mismos. Las transparencias pueden usarse selectivamente para propósitos especiales, una flexibilidad que no brinda el video. No puede subestimarse su valor, especialmente en África, aunque en algunos países sea difícil conseguir proyectores".

Roger Kirkby, coordinador y agrónomo de sistemas de cultivo del Programa Regional, agrega: "...la experiencia con las unidades en los cursos de capacitación en esta región indica que es mejor reemplazar la narración grabada por un instructor o instructora que se haya familiarizado previamente con el contenido de las transparencias y de la guía de estudio; se debe suministrar además una copia de la guía a cada estudiante. Los líderes de los programas o los profesores universitarios pueden también seleccionar transparencias y combinarlas con su propio material para ilustrar determinados temas".

Se necesita un seguimiento para aclarar algunos de los interrogantes planteados por esta encuesta. Sin embargo, quedó claro que los materiales recibieron la calificación de 'muy eficientes' para respaldar el trabajo del instructor; y de 'eficientes' para reforzar el aprendizaje, instruir a un mayor número de personas, y disminuir el tiempo de aprendizaje.

Modernizing Information Services

Modernización de los Servicios de Información

CIAT's commodity database, consisting of nearly 40,000 references and abstracts to literature on beans, cassava, and tropical pastures, is an extremely valuable bibliographic resource for researchers at CIAT and at national research programs.

To make this database accessible to as many users as possible, CIAT's Information Unit is adopting modern technology to store, process, and disseminate its bibliographic information and is also assisting the national programs to strengthen their own information transfer capabilities and to eventually join global interconnected systems. CD-ROM is the new technological medium being considered, and networking is the strategy being emphasized to increase the flow of information at various levels.

CD-ROM

CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) is a very promising, versatile, and relatively economical new technology for distributing a large volume of information to a wide audience. One disk can hold the equivalent of about 250,000 pages of typewritten text. It can be used as a

La base de datos sobre los productos de investigación del CIAT, que consta de unas 40,000 referencias y resúmenes de literatura sobre frijol, yuca y pastos tropicales, es un recurso bibliográfico extremadamente valioso para los investigadores del Centro y para los programas nacionales de investigación.

Con el fin de hacer accesible esta base de datos al mayor número posible de usuarios, la Unidad de Información del CIAT está adoptando nueva tecnología para almacenar, procesar y diseminar su información bibliográfica. Con la misma, espera ayudar a los programas nacionales a fortalecer su capacidad de transferir información y, eventualmente, a integrarse a sistemas globales interconectados. La nueva tecnología en consideración es el CD-ROM, y se están fomentando las redes como estrategia para incrementar el flujo de información en varios niveles.

CD-ROM

El Compact Disk-Read Only Memory es una tecnología nueva muy promisoría, versátil y relativamente económica para la distribución de grandes volúmenes de información a grandes audiencias. Un solo disco puede almacenar el equivalente de 250,000 páginas de texto escrito. El

bibliographic database and is being developed to publish full text, data, images, or graphics.

A key advantage of CD-ROM is that it provides access to many of the same information resources as online systems without the need for telecommunications—a critical issue in developing countries. With a microcomputer and user-friendly software, researchers in remote locations are able to access information directly without depending on libraries or other intermediaries.

The value of this technology in developing countries is being increasingly recognized. "...CD-ROM is the best thing that ever happened to disseminate information to Third World countries," says Claudio Brito, former project director for the Pan-American Health Organization (cited by CD DATA Report, vol. 6, no. 1, November 1989). According to Brito, in only two years, thanks to this technology, the necessary medical information has become available in medical libraries in remote locations in Brazil. Previous attempts to automate information, using telephone services to send or receive data, usually failed, even though mainframe computers were available at the libraries: CD-ROM was the solution.

CD-ROM work stations are becoming available in developing countries. Some international agricultural research organizations are placing work stations in national research institutions to serve as test sites for CD-ROM databases.

Also, major scientific and agricultural database producers are developing compact disk versions of their bibliographic databases and offering them at substantial discounts to developing countries (Photo). CIAT's Information Unit is subscribing to these databases to expand access by its users and by the national programs to published agricultural research results.

CD-ROM se puede usar como base de datos bibliográficos y está siendo desarrollado para reproducir textos, datos, imágenes o gráficos.

Una ventaja clave del CD-ROM es que permite el acceso a muchos de los recursos de información del sistema en línea sin necesidad de telecomunicaciones—aspecto crucial en los países en desarrollo. Con un microcomputador y un programa 'amigable', el científico usuario puede, desde lugares remotos, acceder a la información directamente sin depender de bibliotecas o de otros intermediarios.

El valor de esta tecnología para los países en desarrollo está siendo reconocido cada vez más. "...el CD-ROM es lo mejor que ha sucedido para diseminar información a los países del Tercer Mundo", dice Claudio Brito, antiguo director de proyecto de la Organización Panamericana de la Salud (citado por CD DATA Report, vol. 6, no. 1, noviembre 1989). Según Brito, en sólo dos años, gracias a esta tecnología, la información médica esencial se ha puesto a disposición de las bibliotecas médicas en remotas localidades brasileñas. Los intentos anteriores de automatizar la información usando los servicios telefónicos para envío y recepción de datos habían fallado generalmente, aunque había computadores disponibles en las bibliotecas. El CD-ROM fue la solución.

En los países en desarrollo se están montando estaciones de trabajo de CD-ROM, algunas de ellas aportadas por entidades internacionales de investigación agrícola como sitios de prueba para bases de datos en CD-ROM.

Asimismo, las grandes casas productoras de bases de datos científicos y agrícolas producen ya versiones en disco compacto de sus bases de datos bibliográficos, y las ofrecen con amplias rebajas a los países en desarrollo (Foto). La Unidad de Información del CIAT se está suscribiendo a tales bases de datos para ampliar el acceso de sus usuarios y de los programas nacionales a las publicaciones de resultados de la investigación.



Sample of CD-ROMs containing bibliographical agricultural databases. Upper left, prototype disk "Food, Agriculture and Science" published by the CGIAR, containing 20 full-text publications, one from each international research center. It will eventually hold 6000 titles.

Algunos CD-ROMs con bases de datos bibliográficos agrícolas. Arriba, izquierda, el disco prototipo "Food, Agriculture and Science", publicado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional con 20 textos completos de publicaciones de cada uno de los centros. Eventualmente contendrá 6000 títulos.

Networking

Networking is taking place at three levels: (1) internally with CIAT's library users and with the Center's staff, (2) with national research programs; and (3) with other international centers.

(1) The commodity database, stored on CIAT's mainframe computer, is now available online to library users. Trained library staff assist users with customized searches; these are made available either on paper or diskette for incorporation into personal databases. The database is also available in printed form as a quarterly abstract journal for each commodity

BICIAT, a database of over 3000 citations to publications by CIAT staff, is also accessible online, and copies of personal bibliographies can be supplied on diskette

(2) Another of the Unit's goals is to increase the flow of information between CIAT and the national research programs, in particular by providing access to the Center's commodity databases. In addition to the traditional dissemination of information in printed form, CD-ROM is being adopted for this purpose.

In Colombia, CIAT contributed 10,000 bibliographic references to a COLCIENCIAS/PROCADI* project to create a Colombian agricultural database that links 11 institutions by electronic mail.

(3) Recently, the Information Unit completed another networking project in collaboration with IARCs (International Agricultural Research Centers) which should greatly increase the flow of information between those centers and national programs. This project produced a machine-readable database and hard copy of the "Union Catalog of Serials in IARCs"

Redes

Las redes funcionan en tres niveles:

(1) internamente, con los usuarios de la biblioteca y con el personal del Centro; (2) con los programas nacionales de investigación; y (3) con otros centros internacionales.

(1) La base de datos sobre los productos de investigación del CIAT, que se mantiene en el computador principal, es ya accesible en línea para los usuarios de la biblioteca. El personal de ésta, debidamente capacitado, colabora con los usuarios en búsquedas especializadas, las cuales se suministran escritas o en disquetes para incorporación a bases de datos personales. La base de datos también se publica en las revistas periódicas de resúmenes sobre cada uno de los productos mencionados.

BICIAT, igualmente accesible en línea, es una base de datos con más de 3000 citas de publicaciones del personal del CIAT, de la cual pueden extractarse bibliografías personales en disquete.

(2) Otro de los propósitos de la Unidad es incrementar el flujo de información entre el CIAT y los programas nacionales, especialmente por medio del acceso de éstos a la base de datos del Centro. Además de la tradicional disseminación de la información por medios impresos, se está adoptando el CD-ROM con igual propósito.

En Colombia, el CIAT aportó 10,000 referencias bibliográficas al proyecto COLCIENCIAS/PROCADI*, cuyo propósito es crear una base de datos sobre agricultura colombiana que comprende 11 entidades comunicadas por correo electrónico.

(3) Recientemente, la Unidad de Información concluyó otro proyecto de red colaborativa con los IARCs (International Agricultural Research Centers), con el cual se incrementará considerablemente el flujo de información entre éstos y los programas nacionales. Su producto fue una base de datos computarizada que se imprimió bajo el título "Union Catalog of Serials in IARCs" (Catálogo Unificado de

* COLCIENCIAS = Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales 'Francisco José de Caldas', PROCADI = Programa Colombiano de Capacitación en Administración de la Investigación Agrícola.

Coordinated by the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) library, this catalog contains the bibliographical, historical, and holdings data on journals and monographic serials of all participating IARC libraries. CIAT contributed nearly 3000 of its journal titles, including many titles published by its collaborating countries.

The Unit continues to participate in FAO's AGRIS database by inputting indexing records of CIAT's publications.

Through networking, new technologies, and other means, the Information Unit will continue to develop new products and services and to share information resources with other IARCs with the goal of increasing availability of agricultural information to national research programs.

Publicaciones Seriadas de los IARCs) (disponible en inglés). Este catálogo, coordinado por la biblioteca del Instituto Internacional de Investigación para el Trópico Semiárido (ICRISAT, en inglés), consta de datos históricos y bibliográficos, y de las existencias de revistas y series monográficas de todas las bibliotecas de los centros. El CIAT contribuyó con cerca de 3000 títulos de sus revistas, incluidos muchos de los publicados por países colaboradores.

La Unidad continúa participando de la base de datos AGRIS de la FAO (Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), a la cual envía sus registros de publicaciones del CIAT.

Por medio de redes, nuevas tecnologías y otras modalidades de información, la Unidad continuará ofreciendo nuevos productos y servicios, y compartiendo recursos informativos con otros IARCs; así podrá cumplir con la meta de incrementar el acceso de los programas nacionales a la información agrícola.

Annexes

Anexos

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) **Expenditures in 1989**

(Expressed in thousands of U.S. dollars)

Gastos en 1989

(Expresados en miles de dólares de E.U.)

Area of expenditure	Actual expenditures		
	Essential activities	Desirable activities	Total
Research			
Research Programs			
Bean	4,412	2,108	6,520
Cassava	2,381	258	2,639
Rice	1,897	159	2,056
Tropical Pastures	3,943	201	4,144
Subtotal	12,633	2,726	15,359
Research Support			
Visiting scientists and post-doctorals	526	—	526
Genetic Resources Unit	421	127	548
Biotechnology Research Unit	356	183	539
Virology Research Unit	355	19	374
Research services	330	—	330
Station Operations	941	—	941
Carimagua Station	567	—	567
Data Services Unit	524	—	524
Agroecological Studies Unit	199	41	240
Seed Unit	487	—	487
Animal herd	185	—	185
Farmer Participation Research Project	—	175	175
Subtotal	4,891	545	5,436
Total Research	17,524	3,271	20,795

(Continued)

(Continued)

Area of expenditure	Actual expenditures		
	Essential activities	Desirable activities	Total
Operations			
Training and Communications Support			
Training and Conferences	1,581	321	1,902
Publications and Information	1,643	—	1,643
Subtotal	3,224	321	3,545
Administration			
Board of Trustees	140	—	140
Office of the Director General	549	—	549
Offices of the Deputy Directors	696	—	696
Central Administrative Support	1,855	—	1,855
Subtotal	3,240	—	3,240
General Operating Expenses			
General services	1,067	—	1,067
Physical plant	691	—	691
Motor pool	385	—	385
General expenses	490	—	490
Subtotal	2,633	—	2,633
Total Research + Operations	26,621	3,592	30,213
Capital			
Replacement	725	189	914
New equipment	1,271	513	1,784
Reserves	611	—	611
Additional working capital	33	—	33
Total	2,640	702	3,342
Grand total	29,261	4,294	33,555

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Sources of Funds in 1989

(Expressed in thousands of U.S. dollars)

Fuentes de Fondos en 1989

(Expresados en miles de dólares de E.U.)

Essential Activities

Canadian International Development Agency	782
Belgium	172
Canada	1,433
People's Republic of China	10
European Economic Community	1,998
Ford Foundation	113
France	220
Federal Republic of Germany	655
Inter-American Development Bank	4,870
International Development Research Centre	176
Italy	836
Japan	2,791
Netherlands	376
Norway	515
Rockefeller Foundation	221
Spain	60
Sweden	253
Switzerland	2,769
United Kingdom	854
United Nations Development Programme	233
United States Agency for International Development	4,995
World Bank	3,000
Stabilization Fund	1,040
Other	49
Subtotal	28,421
Income applied in the year	840
Total	<u>29,261</u>

(Continued)

Continued)

Desirable activities

Australia	87
Belgium	71
Canadian International Development Agency	1,845
Food and Agriculture Organization of the United Nations	17
Ford Foundation	8
Fundación para el Desarrollo Agropecuario	99
German Agency for Technical Cooperation	38
Inter-American Development Bank	—
International Development Research Centre	64
Italy	166
Japan	63
Netherlands	133
Rockefeller Foundation	67
Switzerland	481
United Nations Development Programme	—
United States Agency for International Development	550
W K Kellogg Foundation	268
Other donors	212
Subtotal	4,169
Income applied in the year	125
Total	4,294
Total Essential and Desirable Activities	33,555

Collaborative Research Projects in 1989

Proyectos Colaborativos de Investigación en 1989

Project Description (Descripción del Proyecto)	Research Institution (Institución de Investigación)	Donor (Donante)
Identification and characterization of genetic strains in whitefly (<i>Bemisia tabaci</i>) [Identificación y caracterización de razas genéticas de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)]	Tel Aviv University, Israel	United States Agency for International Development (USAID)
Scientific and technical cooperation in research and training on <i>Phaseolus</i> bean improvement (Cooperación científica y técnica en investigación y capacitación para mejorar el frijol <i>Phaseolus</i>)	Ministry of Agriculture, Iran	Government of Iran
Research on dual-purpose systems and role of improved grass-legume pastures for milk and beef production in acid soils of tropical America (Investigación de los sistemas de doble propósito y de la función de las pasturas mejoradas de gramíneas y leguminosas en la producción de leche y carne, en los suelos ácidos de América tropical)	Technische Universität, Berlin	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Federal Republic of Germany
Research on antinutritional factors in common beans (<i>Phaseolus vulgaris</i>) [Investigación de los factores antinutricionales del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)]	Istituto Nazionale della Nutrizione (INN), Rome, Italy	Government of Italy
Characterization of the main bean yellow mosaic virus isolates that limit bean production in N. Africa, W. Asia, and China (Caracterización de los principales aislamientos del virus del mosaico amarillo del frijol que limitan su producción en norte de Africa, Asia occidental y China)	Istituto di Fitovirologia Applicata (IFVA), Torino, Italy	Government of Italy
Image processing for advanced bean-germplasm data bank (Procesamiento de imágenes para un banco de datos avanzado de germoplasma de frijol)	Istituto d'Agronomia e Coltivazione Erbacee, Università degli Studi di Napoli, Portici, Italy	Government of Italy
Development of a tissue culture cycle in common beans (<i>P. vulgaris</i>) [Desarrollo de un ciclo de cultivo de tejidos del frijol común (<i>P. vulgaris</i>)]	Istituto di Biologia Agraria, Viterbo, Italy	Government of Italy

Project Description (Descripción del Proyecto)	Research Institution (Institución de Investigación)	Donor (Donante)
Development of a protocol for agrobacterium-based transformation in beans (<i>Phaseolus</i> spp.) [Desarrollo de un protocolo para la transformación de tejidos de frijol (<i>Phaseolus</i> spp.) basada en <i>Agrobacterium</i>]	Istituto Sperimentale per L'Orticoltura, Milan, Italy	Government of Italy
Organoleptic and biochemical evaluation of storage life of cassava (Evaluación organoléptica y bioquímica de la yuca en almacenamiento)	Overseas Development and Natural Resources Institute (ODNRI), United Kingdom	Overseas Development Administration (ODA), Government of United Kingdom
Exploration and evaluation of cassava mite predators (Exploración y evaluación de depredadores del ácaro de la yuca)	International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria	IITA
Pathogenic variation of <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> , the halo blight pathogen of <i>Phaseolus</i> beans (Variación patogénica de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> , el patógeno del añublo de halo del frijol <i>Phaseolus</i>)	Institute of Horticultural Research, United Kingdom	ODA, Government of the United Kingdom
Social benefits and costs of rice research in Brazil (Beneficio social y costos de la investigación sobre arroz en Brasil)	Technische Universität München, Institut für Wirtschafts und Sozialwissenschaften, Federal Republic of Germany	Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ), Federal Republic of Germany
Sorghum research in Latin America (INTSORMIL) [Investigación sobre sorgo en América Latina (INTSORMIL)]	Mississippi State University, Office of International Programs, USA	USAID (Title XII)
Competition and survival of <i>Rhizobium</i> bv. <i>phaseoli</i> strains (Competencia y supervivencia de razas de <i>Rhizobium</i> bv. <i>phaseoli</i>)	Philipps-Universität Marburg, Federal Republic of Germany	BMZ
Distribution and importance of viruses naturally infecting <i>P. vulgaris</i> and its relatives in Africa (Distribución e importancia de los virus que infectan naturalmente a <i>P. vulgaris</i> y a sus especies afines en África)	Institut für Viruskkrankheiten der Pflanzen Braunschweig (IVPB), Federal Republic of Germany	BMZ
Development of gene transfer techniques in cassava (Desarrollo de técnicas de transferencia de genes en tejidos de yuca)	Louisiana State University, Department of Biochemistry, USA	USAID (Constraints Program)
Legume germplasm research (Investigación sobre el germoplasma de las leguminosas)	Faculté des Sciences Agronomiques de l'État, Département de Phytotechnologie Tropicale, Gembloux, Belgium	Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD)

Project Description (Descripción del Proyecto)	Research Institution (Institución de Investigación)	Donor (Donante)
Interspecific hybridization in <i>Phaseolus</i> spp. through embryo culture (Hibridación interespecífica en <i>Phaseolus</i> spp. mediante cultivo de embriones)	University of Wisconsin, Department of Horticulture, USA; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Mexico	USAID
Agroindustrial development of cassava in Colombia (Desarrollo agroindustrial de la yuca en Colombia)	Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), Colombia	DRI
IRRI-IRTP Caribbean Rice Research Network Project (Proyecto IRRI-IRTP de Red de Investigación de Arroz en el Caribe)	International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Philippines	IRRI
Development of genetic molecular markers in <i>P. vulgaris</i> (Desarrollo de marcadores moleculares genéticos en <i>P. vulgaris</i>)	University of Florida, Gainesville, USA	USAID, Competitive grant award
Molecular markers for evolutionary studies in <i>P. vulgaris</i> (Marcadores moleculares para estudios evolutivos de <i>P. vulgaris</i>)	University of California-Davis, USA	USAID
Conferring virus resistance in cassava by introduction and expression of virus coat protein genes (Obtención de resistencia a los virus en la yuca mediante introducción y expresión de los genes de la proteína externa de los virus)	Washington University, St. Louis, USA	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM), France; Rockefeller Foundation
Transformation of cassava tissues (Transformación de tejidos de yuca)	Vrije Universiteit Brussel, Belgium	(Informal)
In vitro plant regeneration of <i>Phaseolus</i> spp. through somatic embryogenesis (Ph.D. thesis) (Regeneración in vitro de plantas de <i>Phaseolus</i> spp. mediante embriogénesis somática (tesis para Ph.D.))	Technische Universität Bonn, Federal Republic of Germany	BMZ
Characterization of photosynthetic assimilation processes in cassava and other <i>Manihot</i> species (Caracterización de los procesos de asimilación fotosintética en yuca y en otras especies de <i>Manihot</i>)	University of Georgia, Biochemistry Department, USA	USAID (Constraints Program)
Improved productivity of cassava through increased photosynthesis (Aumento de productividad en la yuca por incremento de la fotosíntesis)	Washington State University, Department of Botany, USA	USAID (Constraints Program)
Yield potential studies in <i>P. vulgaris</i> (Estudios de potencial de rendimiento en <i>P. vulgaris</i>)	University of Florida, USA	USAID/US Department of Agriculture (Constraints Program)

Project Description (Descripción del Proyecto)	Research Institution (Institución de Investigación)	Donor (Donante)
The use of plant transformation techniques to modify the protein quality of cassava (<i>Manihot esculenta</i>) and/or common beans (<i>P. vulgaris</i>) [Aplicación de técnicas de transformación de plantas para modificar la calidad proteínica de la yuca (<i>Manihot esculenta</i>) o del frijol común (<i>P. vulgaris</i>) o de ambas especies]	Louisiana State University, USA	USAID (Constraints Program)
Transformation and regeneration of beans (<i>Phaseolus</i> spp.) [Trasformación y regeneración del frijol (<i>Phaseolus</i> spp.)]	University of California-Davis, USA	USAID
Identification of gene pools in cultivated common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>) germplasm, using isozyme and RFLP techniques [Identificación de acervos de genes en el germoplasma del frijol común cultivado (<i>P. vulgaris</i>), empleando técnicas de isozimas y de RFLP]	University of California-Davis, USA	USAID
West and Central African Forage (Feed) Research Network [Red de Investigación sobre Forraje (alimento animal) para Africa Central y Occidental]	International Livestock Center for Africa (ILCA), Addis Ababa, Ethiopia	Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT)/Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), France
Reproductive physiology of <i>Centrosema</i> species, Phase I (Fisiología reproductiva de algunas especies de <i>Centrosema</i> , Fase I)	University of Queensland, St. Lucia, Australia	Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB)
<i>Stylosanthes</i> -anthracnose, Phase II (Antracnosis en <i>Stylosanthes</i> , Fase II)	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Division of Tropical Crops and Pastures, University of Queensland; Queensland Department of Primary Industries, Queen's University of Belfast, Northern Ireland	AIDAB
Cassava and bean physiology, Phase I (Fisiología de la yuca y del frijol, Fase I)	Australian National University, Canberra	AIDAB
Development of cassava in Ecuador (Desarrollo de la yuca en Ecuador)	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP), Ecuador	Fundación para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO), Ecuador
Socioeconomic impact of an agrosilvopastoral model on the humid tropical Amazon region of Ecuador (Impacto socioeconómico de un modelo agrosilvopastoral en la región tropical húmeda de la Amazonia ecuatoriana)	INIAP	FUNDAGRO

CIAT Publications in 1989

Publicaciones del CIAT en 1989

Bean/Frijol

Progreso en la investigación y producción del frijol común.
Phaseolus vulgaris L. (Voysest, O., comp. 1989. 462 p.)

Bean production problems in the tropics (Schwartz, H. and
Pastor Corrales, M., eds. 1989. 2nd ed. 726 p.)

Bean common mosaic: Screening for disease resistance
(Morales, F.J. 1989. Transl. 2nd ed. Spanish. 28 p.)

Resúmenes analíticos sobre frijol (Cinfo Frijol. 1989. vol. 14,
no. 1, 125 p.; vol. 14, no. 2, 199 p.; vol. 14, no. 3,
147 p.)

Abstracts on field beans (Cinfo Frijol. 1989. vol. 14, no. 1,
118 p.; vol. 14, no. 2, 183 p.; vol. 14, no. 3, 140 p.)

Snap beans: Present status in the developing world and
bibliography of research (López, J., comp. 1989.
Supplement to the Bibliography 1988. 102 p.)

Bibliografía mexicana sobre frijol (López, J., comp. 1989.
184 p.)

Audiotutorial Units/Unidades Audiotutoriales

Las malezas en el cultivo de frijol en América Latina

El lorito verde del frijol (*Empoasca kraemeri* Ross &
Moore) y su control

Amélioration du haricot par introduction et sélection

Croisement du haricot

Développement et morphologie de la graine

Diversité génétique dans le genre *Phaseolus*

Cassava/Yuca

La Yuca. Nuevo potencial para un cultivo tradicional (Cock,
J.H. 1989. 240 p.)

Metodologías aplicadas a proyectos integrados de yuca
(Pérez-Crespo, C.A., ed. 1989. Memorias. 120 p.)

Superbrotamento ou 'flocó' da mandioca. Identificação e
Controle (Lozano, J.C. 1989. EMATERCE-EPACE-CIAT.
Plegable. 8 p.)

Cassava newsletter (vol. 13, no. 1, September 1989, 16 p.)

Yuca boletín informativo (vol. 13, no. 1, agosto 1989, 16 p.)

Manioc, bulletin d'information (vol. 12, no. 2, mai 1989,
12 p.)

Resúmenes analíticos sobre yuca (Cinfo Yuca. 1989. vol. 15,
no. 1, 132 p.; vol. 15, no. 2, 177 p.; vol. 15, no. 3,
172 p.)

Abstracts on cassava (Cinfo Yuca. 1989. vol. 15, no. 1,
123 p.; vol. 15, no. 2, 167 p.; vol. 15, no. 3, 166 p.)

Audiotutorial Units/Unidades Audiotutoriales

Manejo integrado de *Erinnyis ello*, el gusano cachón de
la yuca

Conservation of cassava roots in polythene bags

Natural drying of cassava roots on concrete floors

Videotutorial Units/Unidades Videotutoriales

Control biológico del gusano cachón de la yuca
mediante el virus de la granulosis

Rice/Arroz

Arroz en las Américas (vol. 10, no. 1, agosto 1989, 16 p.)

Audiotutorial Units/Unidades Audiotutoriales

Desarrollo del manejo integrado de plagas del cultivo
del arroz

El cultivo de anteras en el mejoramiento del arroz

Método modificado de cruzamiento de arroz

Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz

Videotutorial Units/Unidades Videotutoriales

Evaluación de la calidad del arroz: Métodos de
laboratorio

Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego

Tropical Pastures/Pastos Tropicales

Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia (Botero, R. 1989 Boletín técnico no. 2 100 p)

La demanda de carnes en países seleccionados de América Latina y el Caribe (Rivas, L., Seré, C., Sanint, L R y Cordeu, J L FAO-RLAC-CIAT. 196 p)

Andropogon gayanus Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico (Toledo, J M., Vera, R., Lascano, C. y Lenné, J., eds 1989 406 p.)

1989 World catalog of *Centrosema* germplasm. Catálogo mundial 1989 de germoplasma de *Centrosema* (Schultze-Kraft, R., Williams, R.J., Coradin, L., Lazier, J.R. and Kretschmer, A E., Jr 1989. 322 p)

Pasturas tropicales (vol. 11, no. 1, abril 1989, 36 p., vol. 11, no. 2, agosto 1989, 40 p., vol. 11, no. 3, diciembre 1989, 32 p., vol. 11, no. 4, Indices de autores y materias 1979-1989, 24 p.)

Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales (Cinfo Pastos. 1989, vol. 11, no. 1, 155 p., vol. 11, no. 2, 173 p., vol. 11, no. 3, 235 p.)

Audiotutorial Units/Unidades Audiotutoriales

Principios básicos para el manejo y control de las malezas en las praderas

Seed/Semillas

Seed for small farmers: Support infrastructure (Camargo, C.P. et al. 1989. 40 p. Disponible en español)

Seed production systems for small farmers: A non-conventional perspective (Camargo, C.P. et al. 1989. 12 p. Disponible en español)

Setting a seed industry in motion: A non-conventional successful approach in a developing country (Garay, A. et al. 1989. 76 p)

Semillas para América Latina (vol. 9, no. 1, septiembre 1989, 16 p.)

CIAT

Program plans and funding requirements 1990-1993 (26 p.)

Publicaciones del CIAT/CIAT Publications Catálogo de títulos publicados de 1975 a 1990/Catalog of publications from 1975 to 1990 (1990 108 p)

Trabajos publicados por el personal del CIAT en 1988 Publications by CIAT staff in 1988 (1989 53 p.)

Nuevos materiales para capacitación. Suplemento 1989 del Catálogo Audiotutoriales 1988 (1989. 10 p)

CIAT Report 1989 (98 p)

Informe CIAT 1989 (98 p.)

CIAT International (vol. 8, no. 1, July 1989. 16 p.)

CIAT Internacional (vol. 8, no. 1, septiembre 1989. 16 p)

Other/Otros

Selección bibliográfica sobre comunicación agrícola (1989. 42 p.)

Audiotutorial Units/Unidades Audiotutoriales

Información básica sobre la competencia entre las malezas y los cultivos

Principios básicos sobre el manejo de las malezas en los cultivos

External Publications by CIAT Staff in 1989

Publicaciones Externas de Personal del CIAT en 1989

- ALONSO, L., VIERA, M.A., BEST, R. y FIGUEROA, F. 1989. Comparación de tres tipos de trozos de yuca en secado artificial. *Revista Acogranos* (Bogotá) 5(7):28-34
- ARIAS, B.; BELLOTTI, A.C.; GARCIA, F., HEREDIA, A., REYES, J.A. y RODRIGUEZ, N.S. 1989. Control de *Erinnyis ello* (L.) (gusano cachón de la yuca) mediante el uso de *Baculovirus erinnyis* en el Patía, Cauca. (Nota científica). *Boletín Sociedad Colombiana de Entomología*, no. 62.
- BERRIO, L.E. and CUEVAS-PEREZ, F. 1989. Cultivar differences in milling yields under delayed harvesting of rice. *Crop Science* 29:1510-1512
- BOTERO, R. 1989. Los árboles forrajeros, fuente de proteína para bovinos. *Carta Ganadera* 26:19-23
- BRAUN, A.R., BELLOTTI, A.C., GUERRERO, J.M. and WILSON, L.T. 1989. Effect of predator exclusion on cassava infested with tetranychid mites (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology* 18(4):711-714.
- BRAUN, A.R.; GUERRERO, J.M.; BELLOTTI, A.C. and WILSON, L.T. 1989. Within-plant distribution of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari, Tetranychidae) on cassava. Effect of clone and predation on aggregation. *Bulletin of Entomological Research* 79:235-249.
- CARDONA, C.; POSSO, C.E., KORNEGAY, J., VALOR, J. and SERRANO, M. 1989. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the Mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Economic Entomology* 82(1) 310-315
- CHIEN, S.H., LEON, L.A. y HAMMOND, L.L. 1989. Reacciones del fósforo en suelos tropicales. En: Simposio sobre alternativas de uso como fertilizantes de los fosfatos nativos en América tropical y subtropical (4-6 Nov. 1987; Cali, Colombia). *Memorias*. León, L.A. y Arregocés, O. (eds.). CIID-IFDC-CIAT, Cali, Colombia. p. 48-71.
- COOKE, R. and COCK, J.H. 1989. Cassava crops up again. *New Scientist*, June 1989, no. 1669, p. 63-68.
- CORREA, F.; ZEIGLER, R.S., WEBER, G. y SARKARUNG, S. 1989. Metodologías desarrolladas por el programa del CIAT para caracterización del germoplasma. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 76-87.
- CRUZ, R., MILES, J.W., ROCA, W.M., CRUZ, G. DE LA and RAMIREZ, H. 1989. Apomixis and sexuality in *Brachiaria*. 1: Biochemical and cytoembriological studies. In: International Grassland Congress (16th 1989, Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 417-418
- CUEVAS-PEREZ, F. 1989. Implementación de un nuevo sistema de distribución de germoplasma; Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 55-75.
- CUEVAS-PEREZ, F., AMEZQUITA, M.C. and ROSERO, M.J. 1989. A methodology for evaluating a location as a selection site for an international plant breeding program. *Euphytica* 43:165-172
- DAVIS, J.H.C. 1989. Breeding activities in Africa. Paper presented at the Workshop on Bean Improvement in Africa, Maseru, Lesotho, 1989. CIAT, Butare, Rwanda. 3 p.

- DAVIS, J.H.C. 1989. Breeding for intercrops with special attention to beans for intercropping with maize. In: Paper presented at the Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa, Lilongwe, Malawi, 1989. CIAT, Butare, Rwanda. 9 p.
- DE LEON, C. and PANDEY, S. 1989. Improvement of resistance to ear and stalk rots and agronomic traits in tropical maize gene pools. *Crop Science* 29:12-17.
- DEBOUCK, D.G. 1989. Early beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. lunatus* L.) domesticated for their aesthetic value? Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:62-63.
- DEBOUCK, D.G.; GAMARRA F., M.; ORTIZ A., V. and THOME, J. 1989. Presence of a wild-weed-crop complex in *Phaseolus vulgaris* L. in Peru? Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:64-65.
- DEBOUCK, D.G., MAQUET, A. and POSSO, C.E. 1989. Biochemical evidence for two different gene pools in lima beans, *Phaseolus lunatus* L. Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:58-59.
- EICHELKRAUT, K. y CARDONA, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) como plaga del frijol común. *Turrialba* 39:55-62.
- EL-SHARKAWY, M., COCK, J.H., LYNAM, J.K. and HERNANDEZ, A. DEL P. 1989. Relationship between biomass, root yield and single leaf photosynthesis in field grown cassava. Paper presented at International Conference held in New Haven, Connecticut, April 3-7, 1989.
- EL-SHARKAWY, M.; COCK, J.H. y PORTO, M.C.M. 1989. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 1(2):143-154.
- EMERY, G.; BELT, J. and HENRY, G. 1989. International snap beans seed production and distribution. Paper prepared for the International Conference on Snap Beans in the Developing World, 1989, CIAT, Cali, Colombia.
- FERGUSON, J.E.; SCHAUS, R. and PERALTA, A. 1989. The integration of seed activities into an international pastures network. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 683-684.
- FERGUSON, J.E.; VERA, R. and TOLEDO, J.M. 1989. *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* in the Colombian Llanos: The path from the wild towards adoption. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 1343-1344.
- FERRUFINO, A. and LAPOINTE, S.L. 1989. Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 51:155-162.
- FISCHER, J. and THOMAS, D. 1989. Regrowth of the components of two legume/grass associations following grazing on acid soils of the Eastern Plains of Colombia. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 1035-1036.
- GOLD, C.S.; ALTIERI, M.A. and BELLOTTI, A.C. 1989. Relative oviposition rates of the cassava hornworm, *Erinnyis ello* (Lep.: Sphingidae), and accompanying parasitism by *Telenomus sphingis* (Hym.: Scelionidae) on upper and lower leaf surfaces of cassava. *Entomophaga* 34(1):73-76.
- GOLD, C.S.; ALTIERI, M.A. and BELLOTTI, A.C. 1989. The effects of intercropping and mixed varieties of [on] predators and parasitoids of cassava whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Colombia. *Bulletin of Entomological Research* 79:115-121.
- GROF, B., THOMAS, D., ANDRADE, R.P. DE; ZOBY, J.L.F. and SOUZA, M.A. DE. 1989. Perennial legumes and grass-legume associations adapted to poorly drained savannas.

- in tropical South America. In: International Grassland Congress (16th 1989, Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 189-190
- GUZMAN, G. y EL-SHARKAWY, M.A. 1989 Efecto de la disponibilidad hídrica del suelo sobre la anatomía foliar y el intercambio gaseoso de dos cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Revista Comalí, v. 16, no. 3
- HABICH, G. 1989. IARCS information-training for the national agricultural technology generation and transfer systems. Scope for inter-center cooperation. Paper presented at Documentation and Information Services Meeting (16-20 Jan. 1989 Hyderabad, India). 49 p
- HENRY, G. 1989 Snap beans, their constraints and potential for the developing world. Paper presented at the International Symposium on Production of Vegetables in the Tropics (Sept. 1989: Tsu, Japan).
- HERNANDEZ, A. DEL P., COCK, J. H. and EL-SHARKAWY, M. 1989 The responses of leaf gas exchange and stomatal conductance to air humidity in shade-grown coffee, tea, and cacao plants as compared with sunflower. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 1(2):155-161.
- HERNANDEZ, J. y LOZANO, J.C. 1989. Posibles efectos de endofitos en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Resúmenes. Congreso Ascolí, Reunión ALF-APS-CD (10o 1989: Cali, Colombia). CIAT, Cali, Colombia p. 15
- HERRERA, C. J., VAN DRIESCHE, R. G. and BELLOTTI, A. C. 1989. Temperature-dependent growth rates for the cassava mealybug, *Phenacoccus herreni*, and two of its encyrtid parasitoids, *Epidinocarsis diversicornis* and *Acerophagus coccois* in Colombia Entomologia Experimentalis et Applicata 50:21-27.
- HOWELER, R.H. 1989. Cassava. In: Detecting mineral nutrient deficiencies in tropical and temperate crops. Plucknett, D.L. and Sprague, H.B. (eds.). Westview Press, Boulder, CO, USA p. 167-177.
- KIPE-NOLT, J. y PINEDA, P. 1989. Una estrategia para mejorar la fijación de nitrógeno. Carta Ganadera 26:51-53
- KORNEGAY, J. L., CARDONA, C., ESCH, J. VAN and ALVARADO, M. 1989. Identification of common bean lines with ovipositional resistance to *Empoasca kraemer* (Homoptera: Cicadellidae) Journal of Economic Entomology 82(2) 649-654.
- LABERRY, R.; LOZANO, J. C., ACOSTA, A. y EL-SHARKAWY, M. A. 1989 Sistema integral de producción de yuca para La Colorada (Magdalena) una zona infestada de *Diplodia manihotis* y *Fusarium oxysporum*. Revista Ascolí (1989).
- LABERRY, R.; BERMUDEZ, A. y LOZANO, J.C. 1989. Efecto de la rotación y el descanso del suelo en la producción de yuca en dos zonas edafo-climáticas de Colombia Resúmenes. Congreso Ascolí, Reunión ALF-APS-CD (10o. 1989: Cali, Colombia). CIAT, Cali, Colombia p. 28
- LAPOINTE, L.; ARANGO, G. and SOTELO, G. 1989. A methodology for evaluation of host plant resistance in *Brachiaria* to spittlebug species (Homoptera: Cercopidae). In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 731-732.
- LAPOINTE, S. L.; SOTELO, G. and ARANGO, G. 1989 Improved technique for rearing spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) Journal of Economic Entomology 82(6) 1764-1766.
- LASCANO, C. and ESTRADA, J. 1989 Long-term productivity of legume-based and pure grass pastures in the Eastern Plains of Colombia. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 1179-1180.

- LASCANO, C., ESTRADA, J. and AVILA, P. 1989. Animal production of pastures based on *Centrosema* spp. in the Eastern Plains of Colombia. In: International Grassland Congress (16th: 1989 Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 1177-1178.
- LENNE, J.M. 1989. Problems associated with evaluation of diseases of perennial pasture plants. Some recommendations. In: International Grassland Congress (16th: 1989 Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 695-696.
- LENNE, J.M.; OLAYA, G. and MILES, J.W. 1989. Importance of *Rhizoctonia* foliar blight of the promising tropical pasture legume genus *Centrosema*. In: International Grassland Congress (16th: 1989 Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 697-698.
- LEON, L.A. 1989. Información general sobre el simposio. En: Simposio sobre alternativas de uso como fertilizantes de los fosfatos nativos en América tropical y subtropical (4-6 Nov. 1987: Cali, Colombia). Memorias. León, L.A. y Arregocés, O. (eds.) CIID-IFDC-CIAT, Cali, Colombia. p. 1-11.
- LOPEZ, J. 1989. Producción de semilla de yuca. Semillas (Bogotá) 14(4) 3-13.
- LOPEZ, J.A., HERNANDEZ R., L.A. y HERSHEY, C. 1989. Tres variedades promisorias para la costa atlántica de Colombia. Trabajo presentado al Seminario de Prolanzamiento de Tres Variedades de Yuca para la Costa Atlántica Colombiana, 1989. CRI El Carmen (ICA), Sincelejo, Colombia.
- LOPEZ, M. and SYLVESTER-BRADLEY, R. 1989. Inoculant production with gamma irradiated peat and lyophilized cultures of rhizobium. Survival on pelleted seeds and mineral oil. In: International Grassland Congress (16th: 1989 Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 653-654.
- LOTERO, H., CAREY, E.; LABERRY, R. y LOZANO, J.C. 1989. Tolerancia de la yuca a las inundaciones y su relación con la resistencia a *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae*. Resúmenes. Congreso Ascolfi, Reunión ALF-APS-CD (10o.: 1989: Cali, Colombia) CIAT, Cali, Colombia. p. 17.
- LOZANO, J.C. 1989. Outbreaks of cassava diseases and losses induced. Fitopatologia Brasileira 14(1) 7-11.
- LOZANO, J.C. and NOLT, B.L. 1989. Pests and pathogens of cassava. In: Plant protection and quarantine, 3 volumes. Vol. 2. Selected pests and pathogens of quarantine significance. Kahn, R.P. (ed.) CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 169-182.
- MARTINEZ, A.; LEON, L.A. y NAVAS, J. 1989. Uso potencial de rocas fosfóricas y de rocas fosfóricas parcialmente aciduladas en la agricultura colombiana. En: Simposio sobre alternativas de uso como fertilizantes de los fosfatos nativos en América tropical y subtropical (4-6 Nov. 1987: Cali, Colombia). Memorias. León, L.A. y Arregocés, O. (eds.). CIID-IFDC-CIAT, Cali, Colombia. p. 243-270.
- MARTINEZ, C.P.; PULVER, E. y NUÑEZ, V.M. 1989. Uso del cultivo de tejidos en el mejoramiento del arroz. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina: Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 105-125.
- MILES, J.W. and SYLVESTER-BRADLEY, R. 1989. An induced non-nitrogen-fixing mutant in *Stylosanthes guianensis*. In: International Grassland Congress (16th: 1989 Nice, France) Proceedings. Association Française pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 361-362.
- MORENO, R. 1989. Características agronómicas de la producción de raíces y tubérculos. Implicaciones para el diagnóstico. En: Taller para mejorar la capacidad de diagnóstico de sistemas de producción de raíces y tubérculos (1988: Cartagena). Memorias. p. 31-53.

- NICKEL, J.L. 1989. Research management for development. Open letter to a new agricultural research director. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 129 p.
- PATÍÑO, H. and SINGH, S.P. 1989. Visual selection for seed yield in the F₂ and F₃ generations of nine common bean crosses. Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:79-80
- PIZARRO, E.A., DIULGHEROFF, S. and ARGEL, P. 1989. Introduction and evaluation of tropical forages in various ecosystems of Costa Rica. In: International Grassland Congress (16th. 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 237-238.
- PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H. and RAMIREZ P., A. 1989. Introduction and evaluation of tropical forages in the savannas of Colombia. In: International Grassland Congress (16th. 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragère, Montrouge, France. p. 211-212
- PIZARRO, E.A. and VERA, R.R. 1989. Yield and quality of signal grass stockpiled at different dates. In: International Grassland Congress (16th. 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragère, Montrouge, France p. 1575-1576
- QUIROZ, C. y ASHBY, J. 1989. Pasos en una metodología para investigación participativa en agricultura. En: Seminario sobre métodos y experiencias de investigación agrícola en campos de agricultores (8o. 1989: Chiclayo, Perú). Memorias Ramakrishna, B. (ed.). IICA-BID-PROCIANDINO, Quito, Ecuador. p. 52-64
- ROCA, W.M. and NOLT, B. 1989. Tissue culture micropropagation and CIAT biotechnology research. In: International agricultural research and the private sector. Conference on Strengthening Collaboration in Biotechnology (1988: Rosslyn, USA) Proceedings. Washington, D.C. Bureau for Science and Technology, Office of Agriculture, Agency for International Development, Washington, D.C. p. 77-92
- RODRIGUEZ, N.S. y HERSHEY, C. 1989. Tres variedades promisorias de yuca para los Llanos Orientales. Plegable ICA-CIAT, Cali, Colombia
- ROMANOFF, S. 1989. Manual de referencia para la producción de asociaciones de promotores y procesadores de yuca. Serie técnica FUNDAGRO, manual no. 1. CIAT-FUNDAGRO, Cali, Colombia. 186 p.
- ROMANOFF, S. 1989. Técnicas de producción de harina de yuca. En: La industria de la yuca en la costa ecuatoriana. Seminario Anual sobre la Yuca (2o.: 1986: Portoviejo, Ecuador). Memorias Romanoff, S. y Rodríguez, M. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Quito, Ecuador. p. 90-92
- ROMANOFF, S. y RODRIGUEZ, M. (eds.) 1989. La industria de la yuca en la costa ecuatoriana. Seminario Anual sobre la Yuca. (2o.: 1986: Portoviejo, Ecuador). Memorias Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Quito, Ecuador. 110 p.
- ROSETO, E.; LABERRY, R. y LOZANO, J.C. 1989. La pudrición seca de la yuca (*Diplodia manihotis*) Hospederos y resistencia en *Manihot esculenta* Crantz. Resúmenes Congreso Ascolfi, Reunión ALF-APS-CD (10o. 1989: Cali, Colombia). CIAT, Cali, Colombia. p. 17
- ROSETO, M.J. 1989. Red de mejoramiento de arroz en el Caribe. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 126-134
- SANINT, L.R. 1989. Situación arrocería de América Latina en la década de los ochenta. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina. Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 1-33

- SCHULTZE-KRAFT, R. 1989. *Centrosema tetragonolobum*: A new tropical pasture legume for acid soils. In: International Grassland Congress (16th: 1989. Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France p. 207-208
- SCHULTZE-KRAFT, R., LASCANO, C., BENAVIDES, G. and GOMEZ, J.M. 1989. Relative palatability of some little-known tropical forage legumes. In: International Grassland Congress (16th: 1989. Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 785-786.
- SCHULTZE-KRAFT, R.; PATTANAVIBUL, S.; GANI, A., HE, C. and WONG, C.C. 1989. Collection of native germplasm resources of tropical forage legumes in Southeast Asia. In: International Grassland Congress (16th: 1989. Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France p. 271-272.
- SERE R., C. 1989. Socioeconomía de la producción bovina de doble propósito. En Panorama de la ganadería de doble propósito en la América tropical. Seminario Internacional de Sistemas Bovinos de Doble Propósito en el Trópico Latinoamericano (1986: Bogotá, Colombia). Memorias. Arango N., L.; Charry, A. y Vera, R.R. (eds.). Instituto Colombiano Agropecuario y CIAT, Bogotá, Colombia p. 13-28
- SIEVERDING, E., TORO, S. and MOSQUERA, O. 1989. Biomass production and nutrient concentrations in spores of mycorrhizal fungi. Soil Biology and Biochemistry 21(1):69-72
- SILVA, L.O.E.; SINGH, S.P. and PASTOR-CORRALES, M.A. 1989. Inheritance of resistance to bacterial blight in common bean. Theoretical and Applied Genetics 78(5):619-624.
- SINGH, S.P. 1989. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Economic Botany 43(1) 39-57.
- SINGH, S.P., CAJIAO, C.; GUTIERREZ, J.A.; GARCIA, J.; PASTOR-CORRALES, M.A. and MORALES, F.J. 1989. Selection for seed yield in inter-gene pool crosses of common bean. Crop Science 29 1126-1131.
- SINGH, S.P., URREA, C.A., GUTIERREZ, J.A. and GARCIA, J. 1989. Selection for yield at two fertilizer levels in small-seeded common bean. Canadian Journal of Plant Science 69:1011-1017
- SOTO, L., LABERRY, R. y LOZANO, J.C. 1989. Características etiológicas de dos grupos de *Phytophthora* afectando la yuca en Brasil y Colombia. Resúmenes. Congreso Ascolfi, Reunión ALF-APS-CD (10o 1989. Cali, Colombia) CIAT, Cali, Colombia. p. 1.
- SPAIN, J.M.; GUALDRON, R.; PERDOMO, C. and AVILA, P. 1989. Effect of rate and placement of phosphorus on the establishment of legume-based tropical pastures on Oxisols. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 47-48
- SPONCHIADO, B.N.; WHITE, J.W.; CASTILLO, J.A. and JONES, P.G. 1989. Root growth of four common bean cultivars in relation to drought tolerance in environments with contrasting soil types. Experimental Agriculture 25:249-257
- TOLEDO, J.M.; ARIAS, A. and SCHULTZE-KRAFT, R. 1989. Productivity and shade tolerance of *Axonopus* spp., *Paspalum* spp. and *Stenotaphrum secundatum* in the humid tropics. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 221-222
- TRIPP, R. and WOOLLEY, J. 1989. The planning stage of on-farm research. Identifying factors for experimentation. CIMMYT-CIAT, Mexico, D.F. 85 p.
- TRIPP, R. y WOOLLEY, J.N. 1989. La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores. Identificación de factores para la experimentación. CIMMYT-CIAT, México, D.F. 85 p.
- URREA, C.A. and SINGH, S.P. 1989. Heritability of seed yield, 100-seed weight, and days to maturity in high and low soil fertility in common bean. Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:77-78.

- VERA, R.R.; PIZARRO, E.A., TOSCANO, A. and RODRIGUEZ, N.M. 1989. Sites of digestion of nitrogen of hays made with the tropical legume *Neonotonia wightii*. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 921-922
- VERA, R.R.; RIVERA, B. and WENIGER, J.H. 1989. Composition of the diet of cattle grazing in integrated sown tropical pasture-savannah production systems. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 843-844.
- VERA, R.R., RIVERA, B. and WENIGER, J.H. 1989. Variability of a tropical savannah and its influence on management practices and animal weight gains. In: International Grassland Congress (16th: 1989: Nice, France) Proceedings. Association Francaise pour la Production Fourragere, Montrouge, France. p. 1577-1578
- VOYSEST, O. 1989. Market classes of dry edible beans consumed in Latin America. Bean Improvement Cooperative Annual Report 32:66-67.
- WHEATLEY, C. 1989. La diferencia entre aflatoxinas y escopoletinas en la yuca seca. La industria de la yuca en la costa ecuatoriana. En: Seminario Anual sobre la Yuca (2o.: 1986. Portoviejo, Ecuador). Memorias. Romanoff, S. y Rodríguez, M. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Quito, Ecuador. p. 70-72.
- WHITE, J.W. and CASTILLO, J.A. 1989. Relative effect of root and shoot genotypes on yield of common bean under drought stress. Crop Science 29(2):360-362
- WHITE, J.W. and LAING, D.R. 1989. Photoperiod response of flowering in diverse genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris*). Field Crops Research 22:113-128.
- WOOL, D.; GERLING, D.; NOLT, B.L.; CONSTANTINO, L.M.; BELLOTTI, A.C. and MORALES, F.J. 1989. The use of electrophoresis for identification of adult whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in Israel and Colombia. Journal of Applied Entomology 107:344-350.
- WOOLLEY, J.N. 1989. La investigación en campos de agricultores. En: Seminario sobre métodos y experiencias de investigación agrícola en campos de agricultores (8o.: 1989: Chiclayo, Perú). Memorias. Ramakrishna, B. (ed.). IICA-BID-PROCIANDINO, Quito, Ecuador. p. 25-51.
- ZEIGLER, R.S. and ALVAREZ, E. 1989. Grain discoloration of rice caused by *Pseudomonas* in Latin America. (Abstract.) Plant Disease 73(4):368.
- ZEIGLER, R.S. y CUEVAS-PEREZ, F. 1989. La situación de la investigación en arroz en América Latina: Observaciones preliminares. En: Evaluación cooperativa del germoplasma de arroz en América Latina: Informe de la séptima conferencia del IRTP para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. p. 34-54

Board of Trustees

Junta Directiva

1989, 1990

Frederick E. Hutchinson
Chairman of the Board
Provost and Vice-President
Ohio State University
USA

William A. Carlson
Consultant
USA

Richard B. Flavell
Director
John Innes Institute
United Kingdom

Leopold Gahamanyi*
Director
Institut des Sciences Agronomiques
du Rwanda
Rwanda

Dely Gapasin**
Deputy Executive Director for Research
and Development
Philippine Council for Agriculture,
Forestry and Natural Resources
Philippines

Chukichi Kaneda
Director
National Agriculture Research Center
Japan

Gabriel Montes Llamas
Director General
Instituto Colombiano Agropecuario
Colombia

Ricardo Mosquera Mesa
President
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

John L. Nickel
Director General***
Centro Internacional de Agricultura
Tropical
Colombia

Gustavo A. Norez
Director General****
Centro Internacional de Agricultura
Tropical
Colombia

Josef Nösberger
Professor
Institute of Plant Sciences
Switzerland

Michel Petit
Director
Agricultural and Rural Development
Department
International Bank for Reconstruction and
Development (World Bank)
USA

Gabriel Rosas Vega
Minister of Agriculture
Colombia

Juan José Salazar
Director
Fondo Financiero Agropecuario
Colombia

Jack Tanner
Professor
Department of Crop Science
University of Guelph
Canada

Rodrigo Tarté
Director
Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza
Costa Rica

Helio Tollini
Director
Planning and Economic Analysis Division
International Fund for Agricultural
Development
Italy

Lucía de Vaccaro
Professor
Facultad de Agronomía
Universidad Central de Venezuela
Venezuela

Frederick J. Wang'ati*****
Secretary
National Council for Science and
Technology
Kenya

Armando Samper Gnecco
Chairman Emeritus of the Board
Director General
Centro de Investigación de la Caña de
Azúcar
Colombia

* Joined the Board in November 1989

** Left the Board in November 1989

*** Until 28 February 1990.

**** From 1 March 1990

***** Left the Board in October 1989

Senior and Professional Staff (as of March 1990)

Personal Senior y Profesional (a marzo de 1990)

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL	John L. Nickel ²	SS	Director General	HQ
	Gustavo A. Nores ³	SS	Director General	HQ
	Douglas R. Laing	SS	Deputy Director General	HQ
	Filmon Torres	SS	Deputy Director General	HQ
	Randy Treichler	SS	Assistant to the Director General	HQ
	Tito Franco	AC	Assistant to Deputy Dir. Gen.	HQ
	Patricia Zúñiga	AC	Assistant to Deputy Dir. Gen.	HQ
BEAN PROGRAM	Douglas Pachico	SS	Leader	HQ
	Stephen Beebe	SS	Plant Breeder	HQ
	César Cardona	SS	Entomologist	HQ
	Guy Henry	PDF	Economist	HQ
	Wilhemus Janssen	SS	Economist	HQ
	Judy Kipe-Nolt	SS	Microbiologist	HQ
	Julia Kornegay	SS	Entomologist	HQ
	Jonathan Lynch	SS	Plant Physiologist	HQ
	Marcial Pastor Corrales	SS	Plant Pathologist	HQ
	Shree P. Singh	SS	Plant Breeder	HQ
	Joseph Tohme ⁴	PDF	Plant Breeder	HQ
	Oswaldo Voysest	SS	Agronomist	HQ
	Jeffrey White	SS	Plant Physiologist	HQ
Andean Bean Research Network	Guillermo Gálvez	SS	Regional Coordinator	Lima, Peru
	Rogelio Lépez	SS	Agronomist	Quito, Ecuador
	Adrian Maitre	JRF	Junior Research Fellow	Cuzco, Peru
	Gideon Kruseman	JRF	Junior Research Fellow	Lima, Peru
Brazil Liaison	Michael Thung	SS	Agronomist	Goiânia, Brazil
Central American Bean Network	Michael Dessert	SS	Plant Breeder	San José, Costa Rica
	Gustavo A. Frias ⁴	PDF	Pathologist	San José, Costa Rica
	Silvio Hugo Orozco	SS	Plant Breeder	Guatemala, Guatemala
Bean Seed Agronomy	Marco Baltensweiler	JRF	Junior Research Fellow	Jutiapa, Guatemala
Regional Bean Program for Eastern Africa (CDA)	Roger Kirkby	SS	Regional Coordinator	Debre Zeit, Ethiopia
	William Grisley	SS	Economist	Kampala, Uganda
	Howard Erick Gridley	SS	Plant Breeder	Kampala, Uganda
	Jeffreyson Mutimba	SRF	Senior Training Fellow	Debre Zeit, Ethiopia
	Charles Wortmann	SS	Agronomist	Kampala, Uganda

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

² Left in March 1990.

³ Joined 1 March 1990.

⁴ Left during 1989.

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Great Lakes Bean Project	Jeremy H. Davis ⁴	SS	Regional Coordinator	Butare, Rwanda
	Urs Scheidegger	SS	Regional Coordinator	Butare, Rwanda
	Peter Trutmann ⁴	SS	Plant Pathologist	Butare, Rwanda
	Willi Graf	SRF	Agronomist	Butare, Rwanda
	Louise Sperling	SS	Anthropologist	Butare, Rwanda
SADCC Regional Bean Network for Southern Africa	David Allen	SS	Project Coordinator	Arusha, Tanzania
	James Kwasi Owusu Ampofo	SS	Entomologist	Arusha, Tanzania
	Oghenetsarbuko Todo Edge	SS	Cropping Systems Agronomist	Arusha, Tanzania
	Barry Smithson	SS	Plant Breeder	Arusha, Tanzania
Agronomy	Nelson Martínez	AC	Research Associate	HQ
Biological Nitrogen Fixation	Mauro Pedalino	JRF	Junior Research Fellow	HQ
CIAT Gembloux Collaboration	Alain Maquet	JRF	Junior Research Fellow	HQ
Economics	Nohra Ruiz de Londoño	AC	Research Associate	HQ
	Carlos Adolfo Luna	AC	Research Associate	HQ
Pathology	Pablo Guzmán	AC	Research Associate	HQ
Plant Breeding	José Ariel Gutiérrez	AC	Research Associate	HQ
	Iván Ochoa	AC	Research Associate	HQ
Agronomy	Oscar Erazo	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Eduardo Perdomo	AS	Research Assistant	HQ
	Diego Santacruz ⁴	AS	Research Assistant	HQ
	Gerardo Tejada	AS	Research Assistant	HQ
Cropping Systems	Jorge Alonso Beltrán	AS	Research Assistant	HQ
	Fernando Trujillo	AS	Research Assistant	HQ
Economics	Jairo Castaño	AS	Research Assistant	HQ
	Jenny Gaona	AS	Research Assistant	HQ
Entomology	María Luisa Cortés	AS	Research Assistant	HQ
	Carmen Elisa Posso	AS	Research Assistant	HQ
Microbiology	Constanza Margarita Moore	AS	Research Assistant	HQ
	Gloria Isabel Ocampo ⁵	AS	Research Assistant	HQ
	Herney Vargas	AS	Research Assistant	HQ
Mycorrhiza Collection	César Augusto Cano	AS	Research Assistant	HQ
Nutrition	Leonardo Lareo	AS	Research Assistant	HQ
Office of the Leader	Hernando Valderrama	AS	Research Assistant	HQ
Plant Breeding	César Cajiao	AS	Research Assistant	HQ
	Yolanda López	AS	Research Assistant	HQ
	Deisy Patricia Lucero	AS	Research Assistant	HQ
	Albeiro Molina	AS	Research Assistant	HQ
	Jairo Quiroz	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Alberto Urrea	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Jara	AS	Research Assistant	HQ
	Jesús Antonio Castillo	AS	Research Assistant	HQ
	Alonso González	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Humberto Molano	AS	Research Assistant	HQ
Physiology	Consuelo Montes	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Pino	AS	Research Assistant	HQ
	Esperanza Barona	AS	Research Assistant	HQ
	Janny van Beem	AS	Research Assistant	HQ
Quality and Nutrition	Ana Milena de la Cruz	AS	Research Assistant	HQ
SDC Project				
Snap Bean Project				

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989.

⁵ Left in 1990

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
CASSAVA PROGRAM	James H. Cock ⁴	SS	Leader	HQ
	Anthony Bellotti	SS	Entomologist, Acting Leader	HQ
	Rupert Best	SS	Utilization Specialist	HQ
	Ann Braun	PDF	Entomologist	HQ
	Gerard Chuzel	VS	Food Technologist	HQ
	Mabrouk El-Sharkawy	SS	Plant Physiologist	HQ
	Guy Henry	SRF	Economist	HQ
	Clair Hershey	SS	Plant Breeder	HQ
	Carlos Iglesias	PDF	Plant Breeder	HQ
	J. Carlos Lozano	SS	Plant Pathologist	HQ
	Carlos Augusto Pérez	SRF	Anthropologist	HQ
	Raúl Moreno	SS	Agronomist	HQ
	Christopher Wheatley	SRF	Plant Physiologist	HQ
Asian Regional Cassava Program	Kazuo Kawano	SS	Plant Breeder	Bangkok, Thailand
	Reinhardt Howeler	SS	Soil Scientist	Bangkok, Thailand
Cassava Processing Project	Bernardo Ospina	SRF	Agricultural Engineer	Fortaleza, Brazil
CIAT/IITA Collaboration	Marcio Porto	SS	Plant Breeder	Ibadan, Nigeria
FUNDAGRO/CIAT Project	Steven Romanoff ⁴	SRF	Anthropologist	Quito, Ecuador
Agronomy	Jaime Sánchez	AC	Research Associate	HQ
Economics	Rafael Orlando Díaz	AC	Research Associate	HQ
Entomology	Nora Cristina Mesa	AC	Research Associate	HQ
	Octavio Vargas	AC	Research Associate	HQ
Physiology	Didier Pellet	JRF	Junior Research Fellow	Quilichao, Colombia
Plant Breeding	Luis Alfredo Hernández	AC	Research Associate	HQ
Plant Pathology	Rafael Laberry	AC	Research Associate	HQ
Utilization	Carlos Ostertag	AC	Research Associate	HQ
Agronomy	José Manuel Martelo	AS	Research Assistant	HQ
	Fernando Muñoz	AS	Research Assistant	HQ
Central Insect Collection	María del Pilar Hernández	AS	Research Assistant	HQ
DRI Cassava Drying Project	Miguel Angel Viera	AS	Research Assistant	HQ
DRI Cassava Storage	Francisco Figueroa	AS	Research Assistant	Barranquilla, Colombia
Economics	Carolina Correa	AS	Research Assistant	HQ
Entomology	Bernardo Arias	AS	Research Assistant	HQ
	José Castillo	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Julio Herrera	AS	Research Assistant	HQ
	Jorge Iván Lenis	AS	Research Assistant	HQ
Office of the Leader	Miguel Angel Chaux	AS	Research Assistant	HQ
Physiology	Alvaro Acosta	AS	Research Assistant	HQ
	Luis Fernando Cadavid	AS	Research Assistant	HQ
	Ana del Pilar Hernández ⁴	AS	Research Assistant	HQ
Plant Breeding	María Sara Mejía de Tafur	AS	Research Assistant	HQ
	Fernando Calle	AS	Research Assistant	HQ
	Gustavo Jaramillo	AS	Research Assistant	HQ
Plant Pathology	César Humberto Ocampo	AS	Research Assistant	HQ
	Jairo Alfonso Bedoya	AS	Research Assistant	HQ
	José María Hernández	AS	Research Assistant	HQ
PNR Meta	Helberth Sarria	AS	Research Assistant	HQ
PNR Santander	Diego Alberto Izquierdo	AS	Research Assistant	HQ

¹ AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Utilization	Lisímaco Alonso	AS	Research Assistant	HQ
	Jorge Iván Orrego	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos Alberto Sánchez	AS	Research Assistant	HQ
	Teresa de Salcedo	AS	Research Assistant	HQ
RICE PROGRAM	Robert Zeigler	SS	Leader	HQ
	Fernando José Correa	PDF	Plant Pathologist	HQ
	Albert Fischer	SS	Agronomist	HQ
	Elcio Perpetuo Guimarães	SS	Plant Breeder	Villavicencio, Colombia
	César Martínez	SS	Plant Breeder	HQ
	Alberto Pantoja	SRF	Entomologist	HQ
	Luis Roberto Sanint	SS	Economist	HQ
	José Ignacio Sanz	PDF	Rice-Pastures Project	Villavicencio, Colombia
	Surapong Sarkarung	SS	Plant Breeder	HQ
Caribbean Rice Improvement Network	Jorge Luis Armenta	SS	Regional Coordinator	Santo Domingo, Dom. Rep.
	André Leury	SRF	Agronomist	Port-au-Prince, Haiti
	Kulbir Pannu	SRF	Agricultural Engineer	Santo Domingo, Dom. Rep.
IRRI Liaison	Federico Cuevas	AMSS	Agronomist	HQ
Economics	Adriana Echeverry	AC	Research Associate	HQ
Entomology	Juan Guillermo Velásquez	AC	Research Associate	HQ
INGER	Luis Eduardo Berrío	AC	Research Associate	HQ
	Nelly M. de Nivia	AC	Research Associate	HQ
Plant Breeding	Julio Holguín	AC	Research Associate	HQ
Plant Pathology	Lucía Afanador Kafuri	AC	Research Associate	HQ
Agronomy	Olga I. Mejía ⁴	AS	Research Assistant	HQ
	Argemiro Moreno	AS	Research Assistant	HQ
	Jesús Eulides Murillo	AS	Research Assistant	HQ
Economics	Guillermo Henao	AS	Research Assistant	HQ
	Argemiro Monsalve	AS	Research Assistant	HQ
Entomology	Karen Eichelkraut ⁴	AS	Research Assistant	HQ
	César García	AS	Research Assistant	HQ
INGER	Daniel González	AS	Research Assistant	HQ
Office of the Leader	Héctor Fabio Ramírez	AS	Research Assistant	HQ
	Luz Helena Restrepo	AS	Research Assistant	HQ
Plant Breeding	René Aguirre	AS	Research Assistant	HQ
	Ana Lilia Alzate	AS	Research Assistant	HQ
	Luis Eduardo Dussán	AS	Research Assistant	HQ
	Gonzalo Holguín	AS	Research Assistant	HQ
	Eliseo Nossa	AS	Research Assistant	HQ
	Jorge Pachón	AS	Research Assistant	HQ
	Edgar Tulandé	AS	Research Assistant	HQ
	Elizabeth Alvarez	AS	Research Assistant	HQ
Plant Pathology	Mery Elizabeth Hoyos	AS	Research Assistant	HQ
	Miguel Eduardo Rubiano	AS	Research Assistant	HQ
	Diego Luis Molina	AS	Research Assistant	HQ
Rice-Pastures Project				
TROPICAL PASTURES PROGRAM	José M Toledo	SS	Leader	HQ
	Miguel Angel Ayarza	PDF	Plant Nutritionist	HQ
	Rosemary Bradley ⁴	SS	Soil Microbiologist	HQ

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
	Zdravko Baruch ⁵	VS	Plant Physiologist	HQ
	John Ferguson	SS	Agronomist	HQ
	Myles Fisher	SS	Pasture Ecophysiologicalist	HQ
	Stephen Lapointe	SS	Entomologist	HQ
	Carlos Lascano	SS	Animal Scientist	HQ
	Brigitte Maass	PDF	Germplasm Agronomist	HQ
	John Miles	SS	Plant Breeder	HQ
	Yoishi Nada	SRF	Pasture Scientist, TARC, Japan	HQ
	Idupulapati Rao	SS	Plant Nutritionist	HQ
	Rainer Schultze-Kraft	SS	Germplasm Agronomist	HQ
	Carlos Seré ⁵	SS	Economist	HQ
	Derrick Thomas ⁴	SS	Agronomist	Carimagua, Colombia
	Richard Thomas	SS	Plant Nutritionist	HQ
	Peter Trutmann	SS	Plant Pathologist	HQ
	Raúl Vera	SS	Animal Scientist	HQ
CPAC/CIAT	Bela Grof ⁴	SS	Agronomist	Planaltina, Brazil
	Esteban Pizarro	SS	Agronomist	Planaltina, Brazil
	Roberto Sáez	SRF	Economist	Planaltina, Brazil
	James Spain	SS	Soil Scientist	Planaltina, Brazil
FUNDAGRO/CIAT/AID Project	Alvaro Ramírez	PDF	Economist	Quito, Ecuador
IEMVT/CIRAD/CIAT Native Grasslands Project	Georges Rippstein	AMSS	Pasture Agronomist	HQ
RIEPT/Central America	Pedro Argel	SS	Pasture Agronomist	San José, Costa Rica
Seed Production Agronomy	Stephano Diulgheroff	JRF	Junior Research Fellow	San José, Costa Rica
RIEPT/Humid Tropics	Miguel Ara	PDF	Agronomist	Pucallpa, Peru
	Gerhard Keller-Grein	SS	Agronomist	Pucallpa, Peru
	William Loker ⁴	PDF	Anthropologist/Economist	Pucallpa, Peru
	José G. Salinas ⁴	SS	Plant Nutritionist	Pucallpa, Peru
CIAT/TUB/GTZ Dual Purpose Project	Obed García	AC	Research Associate	Carimagua, Colombia
Data Base Unit	Manuel Arturo Franco	AC	Research Associate	HQ
	Eloina Mesa	AC	Research Associate	HQ
Economics	Raúl Botero	AC	Research Associate	HQ
	Libardo Rivas	AC	Research Associate	HQ
Ecophysiology	Hernán Giraldo	AC	Research Associate	HQ
Entomology	Miguel Serrano	AC	Research Associate	HQ
Livestock Production	Christian Ullrich	JRF	Junior Research Fellow	Villavicencio, Colombia
Systems	Silvio Guzmán ⁵	AC	Research Associate	HQ
On-Farm Research	Kenneth Reátegui	AC	Research Associate	Pucallpa, Peru
	Jorge Celso Rodríguez	AC	Research Associate	Quilichao, Colombia
Pasture Quality and Nutrition	Phanor Hoyos	AC	Research Associate	HQ
Plant Pathology	Amparo de Alvarez	AC	Research Associate	HQ
Seed Production	Manuel Sánchez	AC	Research Associate	HQ

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

⁵ Left in 1990.

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Soil/Plant Relationships and Nutrient Cycling	Ramón Gualdrón ⁵	AC	Research Associate	HQ
Agronomy	Fernando Díaz	AS	Research Assistant	HQ
	Gloria Navas	AS	Research Assistant	HQ
Agronomy, Regional Trials	Luis Horacio Franco	AS	Research Assistant	HQ
Data Base Unit	Gerardo Ramírez	AS	Research Assistant	HQ
Economics	José Vicente Cadavid	AS	Research Assistant	HQ
Ecophysiology	Diego Molina ⁴	AS	Research Assistant	HQ
Entomology	Guillermo Arango	AS	Research Assistant	HQ
	Guillermo Sotelo	AS	Research Assistant	HQ
	Amanda Villegas	AS	Research Assistant	HQ
Entomology/Plant Pathology	César Augusto García	AS	Research Assistant	HQ
Forage Breeding	Martha Lucía Escandón	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos H. Molano ⁴	AS	Research Assistant	HQ
	Sigifredo Salgado	AS	Research Assistant	HQ
Germplasm	Gustavo Benavides ⁴	AS	Research Assistant	HQ
	Edgar Salazar	AS	Research Assistant	HQ
Humid Tropics Agronomy	Fernando Passoni	AS	Research Assistant	Pucallpa, Peru
IEMVT/CIRAD/CIAT Native Grasslands Project	María Victoria Ruiz	AS	Research Assistant	HQ
Livestock Production	Carlos Alberto Ramírez	AS	Research Assistant	Carimagua, Colombia
Systems	Blanca Torres	AS	Research Assistant	HQ
Nitrogen Fixation/Cycling	María Cristina Bolaños	AS	Research Assistant	HQ
	Neuza Massae Asakawa	AS	Research Assistant	Carimagua, Colombia
	Dacier Mosquera	AS	Research Assistant	HQ
Office of the Leader	Javier Asdrúbal Cano	AS	Research Assistant	HQ
On-Farm Research	Fernando Fernández	AS	Research Assistant	Caquetá, Colombia
Pasture Development	Patricia Avila	AS	Research Assistant	HQ
Pasture Quality and Nutrition	Camilo Plazas	AS	Research Assistant	HQ
Pasture Reclamation	Julián Azañero	AS	Research Assistant	Pucallpa, Peru
	Julio Rosales	AS	Research Assistant	Pucallpa, Peru
Plant Pathology	Celina Torres	AS	Research Assistant	HQ
Seed Production	Carlos Iván Cardozo	AS	Research Assistant	HQ
	Fulvio Hidalgo	AS	Research Assistant	Pucallpa, Peru
	Robinson Mosquera	AS	Research Assistant	HQ
Soil/Plant Relationships and Nutrient Cycling	Pedro Pablo Herrera	AS	Research Assistant	HQ
	Carlos E. Perdomo ⁴	AS	Research Assistant	HQ
TRAINING AND COMMUNICATIONS SUPPORT PROGRAM	Gerardo Häbich	SS	Leader	HQ
	Alfredo Caldas	GAS	Admissions Administrator	HQ
	Cynthia Connolly ⁵	SRF	Training Materials Specialist	HQ
	Jack Reeves ⁴	SS	Public Information Specialist	HQ
	Vicente Zapata	SRF	Adult Education Specialist	HQ
Bean Training	Carlos Arturo Flor	AC	Training Associate	HQ
	Marceliano López	AC	Training Associate	HQ
Cassava Training	Jesús Antonio Reyes	AC	Training Associate	HQ
Rice Training	Elías García	AC	Training Associate	HQ
	Eugenio Tascón	AC	Training Associate	HQ
Seed Training	Uriel Gutiérrez	AC	Training Associate	HQ
Training	Marco A. Rodríguez	AC	Systems Analyst	HQ

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

⁵ Left in 1990

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Training Materials	Carmen Llanos	AC	Associate Producer	HQ
Tropical Pastures Training	Carlos Vicente Durán	AC	Training Associate	HQ
	Oscar Sierra	AC	Training Associate	HQ
Visitors' Office	Miriam de Cobo	AC	Office Supervisor	HQ
Conferences	María Eugenia Cobo	AS	Assistant Administrator	HQ
Trainees' Orientation	Jaime López	AS	Assistant	HQ
Training Materials	Liliana Bejarano	AS	Assistant Producer	HQ
	Francisco D'Achiardi	AS	Assistant Producer	HQ
	Luz María Medina	AS	Assistant Producer	HQ
	Carlos Alberto Valencia	AS	Assistant Producer	HQ
	Alberto Vinasco ⁵	AS	Systems Analyst	HQ
Visitors' Office	Rodrigo Chávez	AS	Assistant	HQ
Graphic Arts Unit	Walter Correa	GAS	Head	HQ
	José Alejandro Valencia	AS	Administrative Assistant	HQ
Art Department	María Claudia Ortiz	AS	Supervisor	HQ
	Didier González	AS	Graphic Designer	HQ
	Julio Martínez	AS	Graphic Designer	HQ
Photography	Mauricio Antorveza	AS	Supervisor	HQ
	Fernando Pino	AS	Photographer	HQ
	Juan Carlos Quintana	AS	Photographer	HQ
	Helí Argemiro Uribe	AS	Photographer	HQ
Information Unit	Elizabeth Goldberg	SS	Information Specialist, Head	HQ
Information Centers	Jorge López	AC	Supervisor	HQ
	Margarita Baena	AS	Editor/Translator	HQ
Bean Information	Francy González (RIP)	AS	Documentalist	HQ
Bibliographic Services	Stella Gómez	AS	Supervisor	HQ
Cassava Information	Lynn Menéndez	AS	Documentalist	HQ
Library	Luz Marina Alvaré	AS	Information Assistant	HQ
	Alicia Misas	AS	Bibliographer	HQ
	Nora Rizo	AS	Bibliographer	HQ
Library Acquisitions	Piedad Montaña	AS	Supervisor	HQ
Technical Processes	Hernán Poveda	AS	Supervisor	HQ
Tropical Pastures Inform.	Mariano Mejía	AS	Documentalist	HQ
Publication Unit	Susana Amaya	SS	Senior Editor/Communication Specialist, Head	HQ
	Ana Lucía García	AC	Editor	HQ
	Bill Hardy	AC	Editor	HQ
	Elizabeth McAdam de Páez	AC	Editor	HQ
	Francisco Motta	AC	Editor	HQ
	Juan Alberto Ramírez	AC	Tropical Pastures Editor	HQ
	María Isabel Bolton	AS	Translator	HQ
	Gladys R. de Ramos	AS	Editorial Assistant	HQ
Public Information	Gloria Charry	AS	Information Assistant	HQ
	Rodrigo Ferrerosa	AS	Information Assistant	HQ
Publications Distribution	Enrique Umaña	AS	Supervisor	HQ

- ¹ AC Associate
AMSS Associate Member Senior Staff
AS Assistant
ASRF Associate Senior Research Fellow
GAS General Administrative Services Staff
HQ Headquarters
JRF Junior Research Fellow
PDF Postdoctoral Fellow
SRF Senior Research Fellow
SS Senior Staff
VS Visiting Scientist
⁵ Left in 1990

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
RESEARCH SUPPORT				
Agroecological Studies Unit	Peter Jones	SS	Head	HQ
	Simon Carter	PDF	Agricultural Geographer	HQ
	Daniel Robison	PDF	Soil Scientist	HQ
	José Ignacio Sanz ⁴	PDF	Soil Scientist	HQ
Agroecosystems Data Base	José Hernán Trejos	AC	Systems Analyst	HQ
Agricultural Geography	James Fairbairn	JRF	Junior Research Fellow	HQ
	Mauricio Edilberto Rincón	AS	Cartographic Assistant	HQ
Agroecosystems	Jorge Humberto Becerra	AS	Statistics Technician	HQ
	Otoniel Madrid	AS	Statistics Technician	HQ
Analytical Services Laboratory	Sheila McKean	PDF	Head	HQ
Greenhouses	Roberto Segovia	AC	Supervisor	HQ
Laboratory	Octavio Mosquera	AC	Supervisor	HQ
Laboratory Services	José Durfay Pacheco	AS	Laboratory Assistant	HQ
	Margarita Téllez	AS	Laboratory Assistant	HQ
	Fernando Toro	AS	Laboratory Assistant	HQ
Soils Analysis	Carlos Alberto Penagos	AS	Laboratory Assistant	HQ
	Luis Guillermo Restrepo	AS	Research Assistant	HQ
Biotechnology Research Unit	William M. Roca	SS	Head	HQ
	René Chávez ⁵	SRF	Plant Breeder	HQ
	Mornan Kuonade	PDF	Biologist	HQ
	María Luisa Marín	PDF	Biologist	HQ
	Ann Marie Thro	VS	Agronomist	HQ
	Joseph Tohme	SRF	Plant Breeder	HQ
Molecular Biology	Alejandro Calderón	AC	Research Associate	HQ
Bean Regeneration	Paul Chavarriaga	AS	Research Assistant	HQ
Cassava Haploids	Martha Lucía Cataño	AS	Research Assistant	HQ
Electrophoresis	Hernando Ramírez	AS	Research Assistant	HQ
	Jaime Vargas	AS	Research Assistant	HQ
Germplasm Exchange	Raúl Reyes	AS	Research Assistant	HQ
In Vitro Gene Bank	Diana Isabel Arias	AS	Research Assistant	HQ
	Graciela Mafía	AS	Research Assistant	HQ
	Julio César Roa	AS	Research Assistant	HQ
	Eddie Tabares	AS	Research Assistant	HQ
Data Services Unit	Leslie Chapas ⁴	SS	Head	HQ
	María Cristina Amézquita de Quiñónez	GAS	Biometrics, Acting Head	HQ
	Miriam Cristina Duque	AC	Statistics Consultant	HQ
	Carlos Edmundo Eraso	AC	Data Base Analyst	HQ
	James Arbey García	AC	Statistics Consultant	HQ
	José Eduardo Granados	AC	Statistics Consultant	HQ
	Hugo Macías	AC	Systems' Programmer	HQ
	Fernando Rojas	AC	Data Base Analyst	HQ
	Germán Serrano	AC	Data Base Analyst	HQ
	Germán Lema	AS	Statistics Consultant	HQ

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

⁵ Left in 1990

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Experimental Stations Operations	Alfonso Díaz Durán	SS	Superintendent	HQ
Carimagua Administration	Ricardo José Botero	AC	Head of Field Maintenance	Carimagua, Colombia
	Joaquín Emilio Toro	AC	Head of General Services	Carimagua, Colombia
Palmira Administration	Javier Carbonell	AC	Head of Station	HQ
Quilichao Administration	Ramiro Narváez	AC	Head of Station	Quilichao, Colombia
Carimagua Administration	Osmar Ramiro Barón	AS	Cashier	Carimagua, Colombia
	Mauricio Vélez	AS	Accountant	Carimagua, Colombia
Popayán Administration	Jesús Antonio Marín	AS	Head of Station	Popayán, Colombia
Quilichao Administration	Jorge Enrique Ortiz	AS	Administrative Assistant	Quilichao, Colombia
Santa Rosa Administration	Jaime Gómez	AS	Head of Station	Santa Rosa, Colombia
Genetic Resources Unit	Masaru Iwanaga	SS	Head	HQ
	Daniel G. Debouck ⁵	SRF	Physiologist	HQ
Bean Gene Bank	Rigoberto Hidalgo	AC	Research Associate	HQ
Seed Testing	Helena Reichel	AC	Research Associate	HQ
Tropical Pastures Gene Bank	Daniel Javier Belalcázar	AC	Research Associate	HQ
Beans	Hember Rubiano	AS	Research Assistant	HQ
Data Services	Julieta Ortiz	AS	Research Assistant	HQ
Office of the Head	César Ocampo Nahar	AS	Research Assistant	HQ
Seed Testing	Luz Angela Ibarra	AS	Research Assistant	HQ
Seed Unit	Cilas Pacheco Camargo ⁴	SS	Head	HQ
	Adriel E. Garay	SS	Seed Production Technol., Acting Head	HQ
	Leslie Field	PDF	Anthropologist (Rockefeller Foundation)	HQ
	Aníbal Monares ⁴	SRF	Agricultural Economist	HQ
Postharvest Technology	Roberto Aguirre	AC	Research Associate	HQ
Seed Laboratory and Pasture Production	Edgar Burbano	AC	Research Associate	HQ
Bean Seed Production	Guillermo Giraldo	AS	Research Assistant	HQ
Cassava Seed Production	Javier López	AS	Research Assistant	HQ
	Harold Collazos	AS	Research Assistant	HQ
Laboratory Analysis	Rodrigo Núñez	AS	Laboratory Assistant	HQ
Seed Laboratory	Juan Carlos Londoño	AS	Research Assistant	HQ
Seed Plant	José Fernández de Soto	AS	Seed Plant Manager	HQ
	Alexandra Walter	AS	Assistant Editor	HQ
Virology Research Unit	Francisco J. Morales	SS	Virologist, Head	HQ
	Lee Calvert	SS	Virologist	HQ
Cassava Virology	Benjamín Pineda	AC	Research Associate	HQ
Legume Virology	Mauricio Castaño	AC	Research Associate	HQ
Molecular Biology	Berta Cecilia Ramírez	AC	Research Associate	HQ
Electron Microscopy	José Alejandro Arroyave	AS	Research Assistant	HQ
Entomology/Virology	Luis Miguel Constantino	AS	Research Assistant	HQ
Molecular Biology	Catalina Yumi Masuda	AS	Research Assistant	HQ

1	AC	Associate	JRF	Junior Research Fellow
	AMSS	Associate Member Senior Staff	PDF	Postdoctoral Fellow
	AS	Assistant	SRF	Senior Research Fellow
	ASRF	Associate Senior Research Fellow	SS	Senior Staff
	GAS	General Administrative Services Staff	VS	Visiting Scientist
	HQ	Headquarters		

⁴ Left during 1989

⁵ Left in 1990

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Farmers' Participation Research Project (W. K. Kellogg Foundation)	Jacqueline A. Ashby	SS	Rural Sociologist	HQ
Training	Teresa Gracia	AC	Research Associate	HQ
Agronomy	Carlos Arturo Quiroz	AS	Research Assistant	HQ
	José Ignacio Roa	AS	Research Assistant	HQ
Sociology	María del Pilar Guerrero	AS	Research Assistant	HQ
FINANCE AND ADMINISTRATION	Fritz Kramer	SS	Director	HQ
	Camilo Alvarez	GAS	Head of General Services	HQ
	Jesús Antonio Cuéllar	SS	Executive Officer	HQ
	Luz Stella Daza	GAS	Internal Auditor	HQ
	Abraham Espino	SS	Controller	HQ
	Alberto Estrada	GAS	Systems and Procedures Administrator	HQ
	Harrington Hazel	SS	Special Projects Officer	HQ
	Germán Gutiérrez	GAS	Head of Maintenance	HQ
	Enrique Méndez ⁴	GAS	Controller	HQ
	Fernando Posada	GAS	Manager, CIAT's Miami Office	Miami, USA
	Darío Quiroga	GAS	Head of Supplies	HQ
	Diego Vanegas	GAS	Pilot	HQ
	Germán Vargas	GAS	Head of Human Resources	HQ
	Bernardo Velásquez	GAS	Head of Food and Housing	HQ
Administrative Systems	Christian Alvarez	AC	Systems Analyst	HQ
	Jaime Campo	AC	Systems Analyst	HQ
	Alfonso Cifuentes	AC	Systems Analyst	HQ
	Rodrigo de los Ríos	AC	Systems Supervisor	HQ
Budget Office	Emil Enrique Pacini	AC	Administrative Associate	HQ
Constructions	Roberto Rivera	AC	Contract Inspector	HQ
Controller's Office	César Moreno	AC	Assoc. Controller	HQ
Director's Office	Fabiola Amariles	AC	Administrative Associate	HQ
Food and Housing	Carlos Humberto Naranjo	AC	Chef	HQ
Government Relations	Ricardo Castañeda	AC	Head, Bogotá Office	Bogotá, Colombia
Human Resources	Gustavo Peralta	AC	Administrative Associate	HQ
Legal Consultancy	Germán Arias	AC	Administrative Associate	HQ
Maintenance	Charles McBrown	AC	Head, Instrument Maintenance	HQ
	Oscar Sánchez	AC	Head, Refrigeration Maintenance	HQ
	Jorge Leroy Uribe	AC	Head, Electrical Maintenance	HQ
Microcomputers	Carlos Meneses	AC	Head of Section	HQ
Motor Pool	Marvin Heenan	AC	Head, Motor Pool	HQ
PROCIAT	Abraham Cojocarú	AC	Medical Doctor	HQ
Special Projects Office	Omar Quiceno	AC	Administrative Associate	HQ
Supplies	Ricardo Castellanos	AC	Administrative Assistant	HQ
Treasury	Mario Rengifo	AC	Treasurer	HQ
Administrative Systems	Diego Alonso Beltrán	AS	Systems Analyst	HQ
	Rafael Eduardo Ayerbe	AS	Copilot	HQ
	Fabio González	AS	Office Assistant	HQ
Bogotá Office	Nohemí Forero	AS	Administrative Assistant	Bogotá, Colombia

¹ AC Associate
 AMSS Associate Member Senior Staff
 ASRF Associate Senior Research Fellow
 GAS General Administrative Services Staff
 HQ Headquarters
⁴ Left during 1989.

JRF Junior Research Fellow
 PDF Postdoctoral Fellow
 SS Senior Staff
 VS Visiting Scientist

AREA	NAME	CATEGORY ¹	POSITION	LOCATION ¹
Controller's Office	Deisy Patricia Arenas	AS	Administrative Assistant	HQ
	Otálvaro Cuero	AS	Head of General Accounting	HQ
	Jaime Enrique Cumba	AS	Administrative Assistant, Payroll	HQ
	Jorge Alberto Loaiza	AS	Head of Fixed Assets/Inventory	HQ
	Orlando Penilla	AS	Administrative Assistant	HQ
	Adriana Isabel Sáez	AS	Administrative Assistant	HQ
	Norma Tenorio	AS	Administrative Assistant	HQ
	Jesús Vergara	AS	Head of Costs/Receivables	HQ
	Carmenza Arcila	AS	Administrative Assistant	HQ
Human Resources	Maria del Rosario Guzmán	AS	Administrative Assistant	HQ
Internal Auditing	Francisco Millán	AS	Administrative Assistant	HQ
	María Zoraida Chacón	AS	Head of Internal Control	HQ
Internal Control/Taxes	Jorge Augusto Manrique	AS	Head of Electronic Maintenance	HQ
	Oscar Sánchez	AS	Head of Mechanical Maintenance	HQ
Maintenance	Carlos Arturo Toro	AS	Supervisor	HQ
Post Office	Diego Mejía	AS	Head of Local Purchases	HQ
Purchases	Fernando Monge	AS	Administrative Assistant	HQ
Supplies	Edgar Vallejo ⁴	AS	Office Head	HQ
Travel Office				

REPRESENTATION IN CIAT
OF COLLABORATING
INSTITUTIONS

CIMMYT/CIAT Andean Region Maize Project	Shivaji Pandey	AMSS	Head	HQ
	Hernán Ceballos	AMSS	Plant Breeder	HQ
	Wayne L. Haag ⁴	AMSS	Plant Breeder	HQ
	Edwin Bronson Knapp	AMSS	Soil Scientist	HQ
Maize Breeding	Javier Duque	AS	Research Assistant	HQ
CIP Regional Representation	Oscar Hidalgo	AMSS	Liaison Officer	Bogotá, Colombia
	Luis Valencia	AMSS	Liaison Officer	Bogotá, Colombia
IBPGR Regional Representation	Katsuo Armando Okada	AMSS	Botanist, Representative	HQ
	Luis E. López	ASRF	Geneticist	HQ
IFDC/CIAT Soil Fertility Studies	Luis Alfredo León	AMSS	Soil Scientist, Head	HQ
INTSORMIL/MSU/ICA/CIAT Project	Guillermo Muñoz	AMSS	Plant Breeder, Coordinator	HQ
Plant Breeding	Dario Narváez	AS	Research Assistant	HQ

¹ AC Associate
AMSS Associate Member Senior Staff
AS Assistant
ASRF Associate Senior Research Fellow
GAS General Administrative Services Staff
HQ Headquarters
JRF Junior Research Fellow
PDF Postdoctoral Fellow
SRF Senior Research Fellow
SS Senior Staff
VS Visiting Scientist

⁴ Left during 1989

Consultative Group on International Agricultural Research*

Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional*

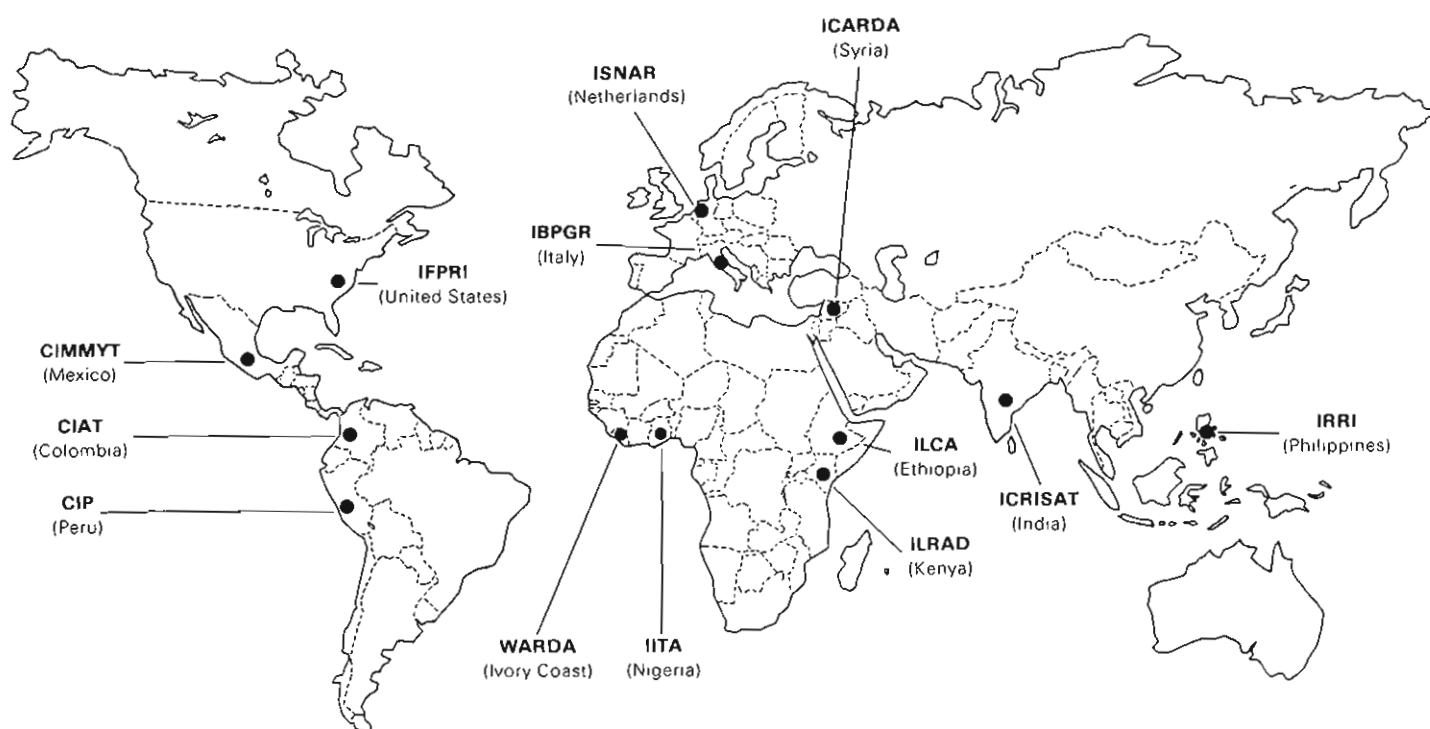
The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) is an informal association of governments, international organizations, and private institutions, cosponsored by the World Bank, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the United Nations Development Programme (UNDP). The CGIAR first met in 1971 when members agreed to support, on a sustained basis, a well-defined and closely monitored program of research on food commodities and on food production in agroecological zones. CGIAR operates without a formal charter, relying on the consensus deriving from a sense of common purpose.

The CGIAR's objectives, as summarized by its Technical Advisory Committee (TAC), are as follows: "Through international research and related activities, to contribute to increasing sustainable food production in developing countries in such a way that the nutritional level and general economic well-being of the low-income people are improved "

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl) es una asociación informal de gobiernos, organizaciones internacionales e instituciones privadas, copatrocinada por el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El GCIAl se reunió por primera vez en 1971, ocasión en la cual sus miembros convinieron en apoyar, de manera sostenida, un programa bien definido y estrechamente vigilado de investigación en cultivos alimenticios y en producción de éstos en distintas zonas agroecológicas. El GCIAl opera sin una constitución formal, basado en el consenso resultante de su unanimidad de propósitos.

Los objetivos del GCIAl fueron sintetizados por su Comité Técnico Asesor así: "Contribuir, por medio de investigación internacional y actividades afines, a incrementar la producción sostenible de alimentos en los países en desarrollo, mejorando así el nivel de nutrición y el bienestar económico de las gentes de escasos ingresos".

* Taken from (tomado de) CGIAR 1988/89 Annual Report.



Global location of the 13 CGIAR-supported centers

Ubicación en el mundo de los 13 centros apoyados por el GCIAI.

CGIAR major crops and activities

Principales cultivos y actividades del GCIAI.

Objectives	Center	Regional focus
Barley (Cebada)	CIMMYT	Latin America
	ICARDA	Developing countries
Cassava (Yuca)	CIAT	Developing countries
	IITA	Sub-Saharan Africa
Chickpea (Garbanzo)	ICRISAT	Developing countries
	ICARDA	North Africa/Middle East
Cowpea (Caupí)	IITA	Developing countries
Faba bean (Haba)	ICARDA	Developing countries
Groundnut (Maní y similares)	ICRISAT	Developing countries
Lentil (Lenteja)	ICARDA	Developing countries
Maize (Maíz)	CIMMYT	Developing countries
	IITA	Sub-Saharan Africa
Millet (Millo)	ICRISAT	Developing countries
Pigeonpea (Guandul)	ICRISAT	Developing countries
Potato (Papa)	CIP	Developing countries
Pastures (Pasturas)	CIAT	Latin America
	ILCA	Sub-Saharan Africa
<i>Phaseolus</i> (field bean) (Frijol común)	CIAT	Developing countries
Rice (Arroz)	IRRI	Developing countries
	CIAT	Latin America
	IITA	Sub-Saharan Africa
	WARDA	West Africa

Objectives	Center	Regional focus
Soybean (Soya)	IITA	Sub-Saharan Africa
Sorghum (Sorgo)	ICRISAT	Developing countries
Sweet potato (Batata)	CIP	Developing countries
	IITA	Sub-Saharan Africa
Triticale	CIMMYT	Developing countries
Wheat (Trigo)	CIMMYT	Developing countries
	ICARDA	North Africa/Middle East
Yam (Ñame)	IITA	Developing countries
Livestock (Ganado)	ILCA	Sub-Saharan Africa
Theileriosis	ILRAD	Sub-Saharan Africa
Trypanosomiasis	ILRAD	Sub-Saharan Africa
Food policy (Política alimentaria)	IFPRI	Developing countries
Plant genetic resources (Recursos genéticos vegetales)	IBPGR	Global
National research systems (Sistemas nacionales de investigación)	ISNAR	Developing countries

Acknowledgments

Reconocimientos

Writing, Editing,

Translation: Susana Amaya, Managing Editor
Francisco Motta
Ana Lucía García
Alberto Ramírez
Elizabeth McAdam de Páez
Bill Hardy
Gloria Charry
Rodrigo Ferrerosa

Editorial Assistance: Gladys R. de Ramos
Astrid Salazar

Photography: Mauricio Antorveza
Fernando Pino
Helí Uribe

Design and Production: María Claudia Ortiz, Designer
Julio Martínez
Oscar Idárraga
Camilo Oliveros
Didier González
Addiana Loaiza
Gloria Libreros
Conrado Gallego

Printing: Carvajal S. A., Cali

Special Contributions,

Photographs: P. Argel, J. A. Arroyave,
J. A. Beltrán,
Biotechnology Research Unit,
C. Cardona, F. Correa,
D. Debouck, K. Kawano,
R. Laberry, S. Lapointe,
C. Lascano, J. C. Lozano,
J. Lynch, C. Martínez,
F. Morales, B. Mullin,
E. Pizarro, C. A. Quiroz,
A. Ramírez, J. I. Sanz,
S. Sarkarung, J. Spain,
P. Trutmann, R. Vera,
V. Zapata

Selected Texts: Jonathan Lynch
John Miles
Francisco Morales
John L. Nickel
Jeffrey White
