COLECCION HISTORICA

11 DIC. 19

CIAT 1984

Reseña de los Logros Principales durante el Período 1977-1983

BIBLIOTECA

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

CIAT 1984 ha sido publicado en inglés y español con el propósito de informar a los donantes, colaboradores y al público interesado sobre los aspectos sobresalientes del trabajo del CIAT. Los resultados que se presentan en el informe de este año reflejan los logros principales alcanzados durante el período de 1977 a 1983.

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

ISSN 0120-3150
Agosto 1984
Tirada: 3500 en inglés, 4500 en español

Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1984. CIAT 1984.
Cali, Colombia, 104 p.

COLECCION HISTORICA

CENTRO INTERNACIONAL DE
AGRICULTURA TROPICAL CIAT
AÑO 1984

Contenido

Mandato Internacional del CIAT	V
Programa de Arroz	1
Programa de Frijol	11
Programa de Yuca	23
Programa de Pastos Tropicales	39
Otras Actividades que Contribuyen al Cumplimiento del Mandato Internacional del CIAT	59
Unidad de Semillas	61
Unidad de Apoyo en Comunicación e Información	67
Actividades de Capacitación y Conferencias	71
Información Suplementaria	77
Información Financiera	79
Junta Directiva	85
Personal Principal y Profesional	87
El Sistema CGIAR	95

BIBLIOTECA

Mandato Internacional del CIAT

Durante los primeros meses de 1984, el CIAT participó en una Revisión Gerencial y una Revisión Externa de los Programas. Estas revisiones son una parte operacional de nuestra participación en la red de centros internacionales bajo la tutela del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional. Acogemos estas revisiones como una oportunidad para evaluar el progreso que hemos hecho desde la última revisión hace siete años.

La preparación para una revisión externa de los programas requiere que busquemos retrospectivamente con detenimiento las estrategias desarrolladas por cada uno de nuestros programas. Luego podemos comparar las estrategias con los logros y medir el progreso de cada programa y, colectivamente, el progreso del Centro. A medida que pasamos por este ejercicio en meses recientes, resulta claro que hemos avanzado considerablemente—en algunos casos en forma sobresaliente—en siete años. De acuerdo con los patrones más comunes, creemos que nuestras estrategias están produciendo los logros deseados. En algunos casos podemos medir impactos muy reales en el incremento de la producción agrícola y en el bienestar de la gente en las regiones-objetivo.

Queremos compartir estos logros de los últimos siete años con los lectores de este Informe CIAT para 1984. Lo hacemos con orgullo no solamente en nuestros propios éxitos sino también en los éxitos de muchos de los programas nacionales

con los cuales trabajamos. Nuestra estrategia general como centro internacional ha sido hacer bien las tareas que estamos mejor equipados para hacer, pero al mismo tiempo, preparar y animar a los programas nacionales a que asuman las tareas que ellos están más calificados para hacer. Los logros de que aquí damos cuenta son muy tangibles y demuestran que esta estrategia ciertamente ha dado frutos.

Como introducción a este Informe, quiero mencionar brevemente las contribuciones a la tecnología mejorada que se esperan de nosotros como centro. Esto nos permitirá entender mejor cómo los programas de cultivos del CIAT y sus unidades de apoyo contribuyen al desarrollo general de tecnología agrícola mejorada. Nuestras responsabilidades incluyen: desarrollo de redes y designación de personal a nivel regional. Otra contribución que esta gama de funciones implica es un fuerte apoyo a los programas nacionales. Sin embargo, son éstos los que tienen la responsabilidad crítica de producir la tecnología final adaptada a los requerimientos específicos de cada país.

Cada uno de nuestros cuatro programas de cultivos está proporcionando germoplasma mejorado que está siendo seleccionado para su uso comercial por los programas nacionales. Nuestro Programa de Arroz tiene la más larga historia de distribución de líneas avanzadas y terminadas. Y, tal como podría esperarse con el tiempo, estas actividades están teniendo un impacto muy positivo en la producción de arroz con riego e incluso en arroz de secano favorecido en América Latina y el Caribe. Nuestro Programa de Frijol también ha suministrado un número impresionante de materiales mejorados que se encuentran ahora en producción comercial. Se están comenzando a adoptar variedades de yuca de altos rendimientos en algunos países, y los primeros híbridos producidos por el CIAT están siendo seleccionados ahora. El Programa de Pastos Tropicales, incluso con su reciente enfoque en germoplasma adaptado localmente, ha proporcionado materiales para liberación y producción comercial.

La investigación en fincas en cooperación con los programas nacionales está ayudando a dar la información que los científicos del CIAT necesitan para desarrollar su parte de los paquetes tecnológicos. Los trabajos de los programas de Yuca, Frijol y Pastos Tropicales en situaciones reales de cultivo han ayudado a identificar los problemas de los agricultores y nos

están guiando en la definición del germoplasma que se necesita y cómo se debe manejar.

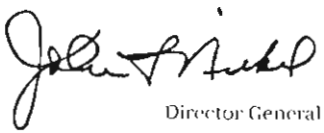
El CIAT ha capacitado personal profesional activamente desde que empezó sus operaciones. El tipo de capacitación ofrecida, sin embargo, ha seguido la evolución del centro. Cuando sus programas de cultivos estaban en sus comienzos, la capacitación era frecuentemente muy general y casi siempre se hacía en el CIAT. A medida que los programas maduraron, la capacitación se ha vuelto más específica. Más recientemente, y con la mayor capacidad de los programas nacionales para ofrecer su propia capacitación, ha ocurrido una descentralización. Son comunes los cursos dentro de los países frecuentemente dictados por instructores capacitados en el CIAT. Estos cursos son apoyados en la medida de las necesidades, por el personal del CIAT y por materiales de capacitación producidos en él.

La mayor capacidad por parte de los programas nacionales para aceptar, evaluar y seleccionar tecnología mejorada del CIAT y adaptarla a sus necesidades específicas indica la presencia de redes de profesionales. Por cierto esto se aplica a cada uno de los cuatro programas de cultivos que ahora cuentan con fuertes grupos de científicos colaboradores que participan en el desarrollo de tecnología y en el proceso de transferencia. La capacitación ha contribuido ampliamente a establecer estas redes, pero también lo han hecho los esfuerzos del personal del CIAT en producir y ofrecer una tecnología viable. Es importante anotar que la transferencia de tecnología está ocurriendo no solamente del CIAT hacia los programas nacionales sino también horizontalmente entre éstos.

La ubicación de personal de cooperación regional dentro de ciertas áreas debería ayudar a acelerar el proceso de transferencia de tecnología. Este es el componente de nuestra estrategia más recientemente establecido el cual parece estar funcionando bien. Se están haciendo avances rápidos en América Central donde científicos allí destacados están ayudando a los programas nacionales en las actividades de mejoramiento del frijol. Se espera que las designaciones más recientes de científicos de frijol en Africa Orientral francófona, Brasil y Perú aceleren nuestras actividades de desarrollo de tecnología en esas áreas. Los científicos del Programa de Pastos Tropicales en Brasil han hecho valiosas contribuciones en la adap-

tación de germoplasma para el ecosistema de los Cerrados, y un científico de yuca destacado en Tailandia está ayudando a acelerar el flujo de germoplasma hacia esa parte del mundo.

Estas responsabilidades o compromisos que tenemos nosotros como centro internacional son el tema común del progreso que estamos relatando este año. Cada uno de nuestros programas desarrolla tales actividades en diferentes grados. Creemos, sin embargo, que nuestros resultados demuestran que aquellas son una acertada combinación de contribuciones para cumplir nuestra parte en el desarrollo de tecnología mejorada junto con los diversos programas nacionales que cooperan con nosotros.



Director General

Programa de Arroz

Los principales logros del Programa de Arroz durante el período 1977-1983 han sido el contínuo desarrollo y la distribución de variedades enanas y de alto rendimiento seleccionadas para sistemas de producción con riego.

El cultivo de estos materiales mejorados en 76 por ciento del área dedicada al arroz con riego en la región en 1981-1982 indica que los esfuerzos del Programa en mantener el flujo de germoplasma de calidad han sido exitosos. Además, estos mismos materiales han comprobado su adaptación a las condiciones de secano en las que la disponibilidad del agua durante la estación de crecimiento no es un factor limitativo. Excluyendo las áreas de secano del Brasil, las cuales tienen condiciones muy desfavorables para la producción de arroz, las variedades enanas mejoradas están siendo cultivadas en un 60 por ciento del área de secano favorecido de la región. Como ejemplo del impacto de esta tecnología, los análisis del CIAT para el año 1981 han demostrado que la adopción de las nuevas variedades, junto con la tecnología de producción complementaria, aumentaron la producción de arroz en América Latina en una cifra estimada en 2.7 millones de toneladas, o cerca del 20 por ciento, y esta producción adicional valió más de $800 millones de dólares ese año.

El Arroz en Latinoamérica

El arroz proporciona cerca de un 9 por ciento del total de calorías en las dietas de la población latinoamericana. En Panamá el arroz contribuye más de un cuarto (26.3%) de las calorías alimenticias totales. El cultivo también es muy importante en Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana y Perú; en cada uno de estos países proporciona más del promedio regional de calorías alimenticias.

Datos de encuestas en varios países centroamericanos muestran que los habitantes de las ciudades consumen más arroz que los de las zonas rurales. El arroz es una fuente barata de calorías y se puede almacenar fácilmente. En consecuencia, la fuerte tendencia a la urbanización debe continuar aumentando la importancia del arroz en la dieta de la población.

El consumo de arroz por parte de los consumidores urbanos también esta inversamente relacionado con los ingresos; las personas con los ingresos más bajos típicamente pueden gastar en arroz el doble de lo que gastarían aquellas con ingresos más altos. También se ha encontrado una fuerte demanda latente de arroz en varias ciudades.

En promedio el consumo per cápita de arroz en la región es de 51 kg y varía entre 10 kg en México y 12 kg en los países templados de América del Sur hasta 84 kg en Brasil.

Rendimientos en Diversos Sistemas de Producción

El rendimiento medio del arroz en América Latina durante el período 1971-1981 fue cerca de 1.9 t/ha. Esta cifra, sin embargo, está bastante influenciada por los datos de producción del Brasil. Este país tiene tres cuartos del área total cultivada en arroz de la región, pero sus rendimientos medios de 1.5 t/ha reflejan las condiciones menos favorecidas en que se cultiva allí este producto.

Por otro lado, Colombia, Perú y Uruguay tienen rendimientos medios de más de 4 t/ha, y Argentina, República Dominicana, El Salvador y México tienen promedios nacionales superiores a 3 t/ha.

Las diferencias en producción de arroz dentro de y entre los países generalmente pueden atribuírse al sistema de producción que se emplea. El CIAT reconoce seis sistemas principales de producción de arroz en América Latina. Ordenados de mayor a menor rendimiento, éstos son:

- Arroz con riego
- Arroz de "poza" o planicie fluvial dependiente de lluvias no estacionales
- Secano altamente favorecido (sin estrés de agua; suelos fértiles)
- Secano moderadamente favorecido (algún estrés de agua; suelos fértiles)
- Secano desfavorecido (estrés de agua pronunciado y/o suelos infértiles)
- Secano de subsistencia

El Cuadro 1 muestra la contribución aproximada de cada sistema a la producción total de la región. A pesar de que sólo un poco más de un cuarto del área total se cultiva en condiciones de riego, este sistema responde por casi la mitad de la producción de la región. Los sistemas de

Cuadro 1. **Arroz: resumen del área estimada y el rendimiento en los principales sistemas de producción. América Latina. 1981.**

Sistema	Area (millones de ha)	%	Rendimiento promedio (t/ha)	Producción (millones de t)	%
Irrigado	2 1[a]	0 24	3.5	7 4	0.46
De poza o "varzea"	0.4[b]	0.04	2 5	1.0	0 11
Secano:					
- Favorecido	2 1[c]	0 23	2.0	4 2	0.17
- Menos favorecido	3 4[d]	0.38	0.9[d]	3 0	0.23
- Manual	0.9	0.10	0 6	0.5	0.03
TOTAL	8.9	1.00	1 8	16.1	1.00

a CIAT/IRRI 1979 Informe sobre la Tercera Conferencia del IRTP Mayo 1979

b Incluye áreas en República Dominicana, Haití, Ecuador (sistema de pozas) y Brasil (varzeas).

c. Ubicado en México, Costa Rica, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (arroz de secano no Cerrado).

d. Estimado como residual

Fuente: CIAT IRTP 1984 Informe sobre la Quinta Conferencia

producción de secano, sin embargo, utilizan el 72 por ciento de los recursos de tierra pero proporcionan solamente un 43 por ciento de la producción total.

Durante la primera mitad del período contemplado en este informe y por varios años anteriores al mismo, el Programa de Arroz del CIAT concentró su trabajo en el sector de arroz con riego. Desde 1981 el Programa empezó a extender sus actividades hacia el arroz de secano.

Desarrollo de la Red de Fitomejoramiento de Arroz

Gran parte de las actividades de la red de mejoramiento de la producción de arroz en América Latina se concentra en el Programa Internacional de Ensayos de Arroz (IRTP, por su sigla en inglés). Este proyecto fue organizado en 1976 como un esfuerzo conjunto del CIAT y del Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI, por su sigla en inglés).

La principal función del IRTP es evaluar y distribuir germoplasma mejorado a los programas nacionales en

Cuadro 2. **Nuevas variedades de arroz nominadas por programas nacionales en América Latina en 1981 y 1982.**

País	Institución	Nombre comercial	Año
Brasil	(Instituto Agronómico de Campinas)	IAC 1278*	1982
	(Empresa de Investigación Agrícola de Minas Gerais)	INCA 4440*	1982
Colombia	(Instituto Colombiano Agropecuario)	ORYZICA 1	1982
El Salvador	(Centro Nacional de Tecnología Agrícola)	CENTA A 2	1982
		CENTA A 3	1982
Guatemala	(Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola)	TEMISQUE	1981
México	(Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas)	CARDENAS A 80*	1981
Panamá	(Universidad de Panamá)	TOCUMEN 5430	1982
Venezuela	(Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria)	ARAURE 2	1982

* Seleccionado de viveros del Programa Internacional de Ensayos de Arroz para América Latina, todas las otras líneas provienen de materiales originados en el Programa de Arroz ICA-CIAT.

América Latina. El germoplasma puede provenir de los programas de fitomejoramiento del CIAT, del IRRI, o de cualquier programa nacional. Un cierto número de viveros se integran cada año y se ponen a disposición para prueba en diversos sistemas de producción y condiciones adversas. Los programas nacionales tambien pueden solicitar viveros especiales directamente al IRRI.

Como complemento a las evaluaciones del IRTP, semestralmente se llevan a cabo conferencias para ofrecer a los colaboradores la oportunidad de discutir sobre los logros y planes de la investigación en arroz. El IRTP también patrocina viajes a ciertas áreas cada año para observar sus viveros en crecimiento, las investigaciones que se llevan a cabo en las estaciones experimentales y la producción comercial de arroz.

El IRTP es un proyecto muy efectivo en términos de su cubrimiento regional, con 24 países participantes en América Latina y el Caribe. En 1982 los países seleccionaron 140 lineas de todos los viveros del IRTP para usarlas como progenitoras en el fitomejoramiento de arroz, y otras 147 líneas para ensayos de rendimiento. El Cuadro 2 presenta las nuevas variedades liberadas en varios países en dos años recientes.

Las actividades de capacitación del CIAT respaldan al IRTP y a cada uno de los programas nacionales de la región. Un total de 274 personas han sido capacitadas por el Programa de Arroz desde su iniciación, dos tercios de ellas a partir de 1977.

Búsqueda de Soluciones a los Principales Problemas de la Producción de Arroz

El potencial de variedades mejoradas como CICA 8 para producir un promedio de 5 t/ha o más en condiciones de riego se considera muy bueno. Los fitomejoradores creen que será difícil obtener un rendimiento significativamente mayor utilizando técnicas convencionales. Su principal objetivo al mejorar para condiciones de riego es mantener estables los niveles actuales de rendimiento.

Unos limitantes importantes de la producción de arroz con riego son el añublo del arroz *(Pyricularia oryzae)*, el virus de la hoja blanca, el escaldado de la hoja *(Rhynchosporium oryzae)*, la helmintosporiosis *(Helminthosporium oryzae)* y la pudrición de la vaina *(Thanatephorus cucu-*

La toxicidad de hierro es un serio problema en los suelos ácidos de América Latina. La mayor parte del arroz se produce en esos suelos en condiciones de secano. El CIAT ha iniciado trabajos intensivos de mejoramiento y selección en Villavicencio, Colombia.

meris). Otros son toxicidad de hierro en algunos suelos ácidos, el volcamiento, las temperaturas bajas en varios países productores y la calidad inadecuada del grano. El saltahojas (*Sogatodes orvzicola*), que también es vector de la enfermedad hoja blanca, es el insecto plaga más importante del arroz en toda la región.

En condiciones de producción de secano muchos de los anteriores problemas ocurren más frecuentemente y ejercen una mayor presión sobre el crecimiento de la planta y su rendimiento. El arroz de secano padece problemas adicionales que resultan de estreses ambientales: sequía y problemas del suelo resultantes de las deficiencias o toxicidades de minerales.

Se dispone de fuentes de resistencia para todos los problemas principales de la producción; el trabajo consiste en seleccionarlas e incorporarlas en las combinaciones apropiadas para los sistemas de producción de una área dada. Un ejemplo importante es el añublo del arroz, un problema en muchas áreas de América Latina.

Esta enfermedad puede afectar tanto al follaje como a las panículas de la planta y se estima que las pérdidas que ocasiona en rendimiento son en promedio de 15 a 20 por ciento. El patógeno puede desarrollar cepas virulentas y atacar genes resistentes en nuevas variedades; éstas, por lo tanto, rara vez duran más de 3 ó 4 años, cuando su resistencia se pierde. El Programa ha empleado varias técnicas de mejoramiento y evaluación para continuar produciendo germoplasma resistente al añublo. Todos los materiales desde la generación F_1 en adelante se evalúan en condiciones de secano. En estas condiciones el añublo y otras enfermedades son mas graves.

Descentralización de las Actividades de Fitomejoramiento y Evaluación

Las presiones de enfermedades e insectos son relativamente bajas en CIAT-Palmira. Por esta razón el Programa siempre ha llevado a cabo evaluaciones simultáneas en otros lugares dentro y fuera de Colombia. En 1981, las actividades de fitomejoramiento del Programa empezaron a descentralizarse de la sede principal del CIAT hacia áreas más representativas de los varios sistemas de producción de arroz.

Dos lugares en Panamá (Río Hato y Tocumen) fueron puestos a disposición del Programa por el Instituto de

Cuadro 3. **Areas-objetivo para los diferentes ensayos y selección descentralizadas.**

Lugares	Ecosistema	Areas-objetivo
Santa Rosa (Colombia) y Tocumen (Panamá)	Secano favorecido	Mayor parte de Centroamérica, Colombia, Venezuela, Bolivia, Perú, Brasil (Rondonia, Acre), Ecuador (Chiapas, Tabasco)
Río Hato (Panamá)	Menos favorecido	México (Quintana Roo, Uxpanapa), Guatemala (Cuyuta, Valle del Tempisque); Costa Rica (Liberia, Cañas); Panamá (Provincia Central) y algunas partes de Nicaragua, Honduras y El Salvador
La Libertad (Colombia)	Sabana	Llanos de Colombia, Venezuela y Guyana· Brasil (Mato Grosso del Norte y Porto Velho), Perú (Yurimaguas), y México (área de Balancan)

Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) como sitios para la evaluación de generaciones segregantes de materiales de secano y de riego. A fines de 1982 el CIAT obtuvo la estación Santa Rosa en el oriente de Colombia por medio de un acuerdo con la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), y poco tiempo después el ICA destinó 16 ha adicionales de sabana ácida en su estación La Libertad, junto a Santa Rosa. Los ecosistemas de producción de arroz y las áreas-objetivo para las cuales el trabajo en estas estaciones probablemente represente la mayor utilidad se muestran en el Cuadro 3. El trabajo de selección y evaluación continuará en Perú (para sistemas de secano y de riego) y en Nataima, Colombia, para condiciones de riego.

Esta descentralización ha dejado a la sede principal de CIAT como base para el programa de cruzamiento y algunos servicios de evaluación. La mayor parte de la investigación de campo se hace ahora en otros lugares.

Impacto de la Difusión de Arroz de Riego Mejorado

Los esfuerzos dirigidos hacia el sector de riego han tenido un impacto sustancial en la producción y disponibilidad de arroz para los consumidores. La mayoría de los países de la región cultivan al menos parte de su arroz en condiciones de riego, y por lo tanto la tecnología y las variedades mejoradas de altos rendimientos desarrolla-

Científicos peruanos cruzaron progenitores seleccionados de los viveros del Programa Internacional de Pruebas de Arroz para producir a Inti, la variedad enana que aquí se selecciona.

das por el CIAT y los programas nacionales han redundado en amplios beneficios.

El Programa de Arroz ha trabajado primero con arroz con riego por tres razones. En primer lugar, este sector ofrecía la mayor oportunidad de resultados rápidos. Segundo, la tecnología para arroz con riego es más fácilmente generada y transferida que otras para otros sistemas de producción. Finalmente, se esperaba derivar de los recursos destinados a un solo sistema de producción el impacto necesario.

Cuadro 4. **Area de arroz con riego y secano y el uso de variedades de alto rendimiento (VAR) en América Latina (1981-1982).**

País o Región	Arroz con riego			Arroz de secano			Area total		
	Total (miles de ha)	VAR (miles de ha)	VAR/ total %	Total (miles de ha)	VAR (miles de ha)	VAR/ total %	Total (miles de ha)	VAR (miles de ha)	VAR/ total %
México	96.4	86.4	90	110 6	80 0	72	207 0	166.4	80
América Central y el Caribe[a]	427.3	295 8	69	298.1	164 3	55	725.4	460.1	63
Brasil	740 6	592 5	80	5897.8	163.0	3	6638.4	755.5	11
Países Andinos[b]	636 2	582.2	92	408 7	254.5	62	1044.9	836.7	80
Cono Sur[c]	199 3	48.2	24	11.0	0.0	0	210.3	48 2	23

a Incluye a Belice, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá y Surinam.
b Incluye a Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela
c Incluye a Argentina, Paraguay y Uruguay

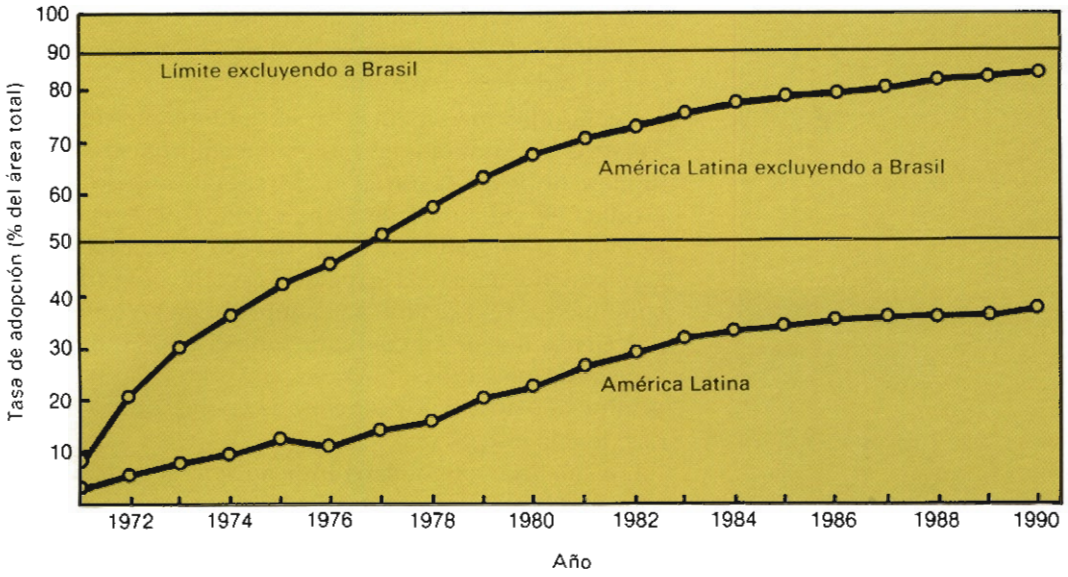


Figura 1 **Adopción aparente y estimada de variedades de arroz de alto rendimiento en América Latina.**

El desarrollo de germoplasma y su distribución han sido una doble estrategia del Programa desde su fundación en 1968. El trabajo cooperativo ICA-CIAT condujo al desarrollo de las variedades de arroz CICA 4 (1971), CICA 6 (1974), CICA 7 y CICA 9 (1976) y CICA 8 (1978). Estas han sido adoptadas por varios otros países de la región en diversos años, o sus líneas originales han sido liberadas con otros nombres. Además, otros varios materiales del programa de fitomejoramiento de ICA-CIAT o del IRTP han sido seleccionados y liberados.

Un desarrollo importante e inesperado del mejoramiento y la selección de materiales para los sistemas de arroz con riego ha sido la adopción de algunos de ellos para la producción de secano, principalmente aquellos desarrollados para el sistema de secano más favorecido. El Cuadro 4 muestra los grados de adopción de las variedades mejoradas y de alto rendimiento (VAR) de arroz en varias áreas de América Latina.

La Figura 1 muestra la tasa estimada de adopción de variedades de alto rendimiento a través de los años en América Latina, incluyendo y excluyendo a Brasil. Las curvas suponen una tasa de adopción máxima para cada país con base en el sistema de producción vigente en la

estación 1981-1982. Esta característica supone que la adopción de VAR no ocurrirá en condiciones menos favorecidas o de secano manual.

Cuando los incrementos en el rendimiento debido al uso de VAR (estimados en 1.2 t/ha) se multiplicaron por el número de hectáreas en las cuales se cultivaron las VAR, la producción adicional de arroz en 1981-1982 resultó en cerca de 2.7 millones de toneladas para América Latina. En promedio para toda la región, la producción adicional obtenida en 1981 debido a la adopción de VAR fue un 20 por ciento mayor en comparación a su no adopción. A precios de mercados mundiales para el arroz en 1981, esta producción adicional fue valorada en más de $854 millones de dólares por año.

Los análisis económicos indican que la inversión en investigación de arroz en América Latina por parte del CIAT y de los programas nacionales que colaboran con él proporciona beneficios considerables. Los beneficios monetarios brutos de la producción adicional debidos a las VAR fueron estimados para el precio promedio de exportación de arroz en América Latina, la ventaja en 1.9 t/ha en rendimiento de las VAR y de las curvas de adopción en América Latina. Estos beneficios fueron luego deflactados en un 25 por ciento del total para incluir otros costos que no podían ser estimados. Sólo se utilizaron los costos totales estimados para la investigación en arroz de riego en el CIAT y en los programas con proyectos de fitomejoramiento que colaboran con el CIAT o con el IRTP/AL para calcular los beneficios netos.

Los retornos a los dineros invertidos en investigación desde cuando empezó el Programa de Arroz del CIAT en 1968, tanto para períodos hasta 1981, como los proyectados hasta 1990, son sustanciales. La tasa interna de retorno, que mide la rentabilidad de la inversión, es casi un 90 por ciento en ambos casos. Esto significa que, en promedio, cada dólar invertido genera otros 90 centavos anualmente desde el momento de inversión hasta la fecha de corte.

Utilizando otra medida de la eficiencia de la investigación, una alta proporción costo/beneficio de 6 calculada desde el período 1968 hasta 1981 debería multiplicarse por 2 para 1980. Esto ocurrirá a medida que continúa en la región la adopción de VAR, pero los costos de investigación de arroz con riego se reducen y se estiman en un promedio de sólo 60 por ciento de su nivel en 1981.

Programa de Frijol

El Programa de Frijol ha desarrollado una vigorosa red de investigación en frijol en América Latina desde 1977. Este logro ha permitido que el Programa descentralice algunas de sus principales actividades, especialmente en Centroamérica.Los científicos de esta red han identificado y distribuído germoplasma resistente o tolerante a la mayoría de los problemas del frijol en la región; algunos materiales muestran ahora resistencia múltiple a importantes limitantes de la producción. Como resultado de la formación de la red latinoamericana y de la buena organización del sistema para evaluar y distribuir germoplasma por parte del Programa, más de 30 líneas mejoradas y variedades existentes han sido liberadas por los programas nacionales de frijol.

Se ha iniciado una colaboración activa con los programas de investigación de frijol en el Medio Oriente y, especialmente, Africa Oriental. En 1983 se destacó un fitomejorador del CIAT en Ruanda para ayudar a desarrollar germoplasma mejorado y superar los problemas de la producción en la región montañosa de los Grandes Lagos, en Africa Oriental, donde pronto se ubicarán otros científicos. Varios materiales desarrollados por el CIAT ya están mostrando buena adaptación a esta región y dos variedades han sido liberadas para su cultivo.

El Frijol como Alimento

El frijol es un cultivo de importancia crítica en muchos países del mundo en desarrollo. La población de Brasil, Burundi, Ruanda y Uganda dependen de él como su principal fuente de proteínas. En Angola, República Dominicana, Guatemala, Haití, Kenia y Tanzania los frijoles son la principal fuente no cereal de proteínas. En países como los anteriores, el consumo anual per cápita puede llegar a los 40 kg, una tasa de consumo que proporciona más del 30 por ciento de las proteínas para un ser humano y entre 10-15 por ciento de sus calorías.

Latinoamérica y el Caribe es el área líder en producción de frijol en los trópicos. Los países de esta región cosecharon cerca de 4.1 millones de toneladas anualmente entre 1979 y 1981. Los países del Sub-Sahara africano son los segundos productores, con cerca de 1.7 millones de toneladas anuales durante el mismo período.

El frijol, cultivado con otros productos como el maíz, es extremadamente común en fincas pequeñas debido a su contribución proteica a la dieta

Los rendimientos y la producción no se han mantenido, sin embargo, a la par con el crecimiento en la población y la demanda. Los rendimientos medios en América Latina tropical y Africa han sido de 500-600 kg/ha durante los últimos 20 años. La producción africana per cápita se redujo en un 10.7 por ciento en la década de 1970 y la región pasó de exportador a importador neto de leguminosas alimenticias. En 1980 tanto América Latina tropical como Africa importaron cantidades sin precedentes de frijol. Se estima que suman 700,000 toneladas las importaciones totales agregadas, las cuales le cuestan a estas regiones casi 500 millones de dólares a precios del mercado mundial.

El mandato del Programa de Frijol es estabilizar e incrementar la producción de frijol, especialmente en las regiones donde este cultivo es tan importante para la dieta humana. Llevar a cabo este encargo, sin embargo, no es sencillo. El frijol se cultiva en un rango tan amplio de condiciones físicas, y sistemas de producción y en medio de preferencias de los consumidores tan diversas que una sola variedad —mucho menos varias de ellas— no podría adaptarse a las condiciones ni ser aceptada por los consumidores de toda una área.

Prioridades para Incrementar la Producción de Frijol

El Programa de Frijol ha definido sus prioridades de investigación de tal manera que se ajusten con los sistemas de producción de las pequeñas granjas. Se hace énfasis en el desarrollo de tecnología que requiera tan pocos insumos comprados como sea posible, mientras que se confía en la incorporación de características deseables a las líneas mejoradas de frijol. El principal objetivo del Programa es entonces desarrollar y distribuir germoplasma mejorado en áreas-objetivo. Estos materiales contienen, en la medida en que sea práctico, resistencia múltiple a las enfermedades y a los insectos, tolerancia a la sequía, y, en algunos casos, tolerancia a suelos moderadamente ácidos y de bajo contenido de fósforo. Este germoplasma mejorado debe reducir los riesgos de producción y estimular a los agricultores a utilizar sistemas de manejo mejorado, e inclusive mayores insumos.

La gran diversidad de condiciones ecológicas en que se cultivan los frijoles y la necesidad de producirlos en tan variados tamaños y colores, determina que el desarrollo y la evaluación de líneas mejoradas se haga en su mayor parte a nivel local. Lo mismo es cierto para las prácticas agronómicas desarrolladas para las nuevas variedades.

La evaluación local y la investigación de la adaptación sólo pueden tener éxito si hay investigadores bien capacitados dentro de una red cooperativa. Los investigadores deben entender cuáles son los materiales que se necesitan en sus áreas específicas y poder manejar ensayos, evaluar un gran número de materiales y hacer selecciones inteligentes de entre unas cuantas líneas que se adaptan a las condiciones y necesidades locales. La capacitación y la formación de una red son, por lo tanto, importantes objetivos secundarios del Programa.

Producción y Distribución de Germoplasma Mejorado

El Programa de Frijol utiliza una estrategia de dos etapas en la producción de germoplasma mejorado. El primer componente es el mejoramiento de las características —obtener la expresión máxima de una característica en diversos genotipos por medio de la acumulación de diferentes genes de aquella.

El Banco de Germoplasma de *Phaseolus*

La Unidad de Recursos Genéticos ha jugado un papel líder en el mantenimiento y distribución de la colección de germoplasma de *Phaseolus*. Desde principios de 1977 el número de accesiones disponibles en el CIAT se ha incrementado de cerca de 13,000 hasta más de 33,000. Casi un 89 por ciento de la colección actual se compone de materiales ancestrales cultivados y silvestres de *P. vulgaris*. El resto consiste de especies ancestrales cultivadas y silvestres de *P. lunatus, P. coccineus, P. acutifolius* y otras. Practicamente todas estas especies relacionadas han sido obtenidas por medio de recolecciones en años recientes para ayudar a conformar una variabilidad genética que se pueda usar en el mejoramiento de las características del frijol.

Las adquisiciones han provenido de colecciones de otras instituciones o de viajes específicos de recolección a la mayoría de los países en América Latina tropical, el centro de diversidad genética del *Phaseolus*. Más recientemente, el germoplasma ha llegado al CIAT de expediciones al Africa y Asia financiadas por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF).

Se piensa que la colección representa ahora un buen porcentaje de la diversidad genética existente de *P. vulgaris;* sin embargo, todavía se necesitan recolecciones adicionales para obtener germoplasma de especies criollas y de otras especies silvestres.

Los materiales que llegan al CIAT se cultivan para su multiplicación bajo los reglamentos de cuarentena del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Más de 15,000 accesiones de *P. vulgaris* han sido evaluadas en cuanto a 12 características primarias y su reacción a ataques de enfermedades y plagas.

La Unidad también está trabajando en la caracterización de materiales de las especies relacionadas. El propósito es cuantificar la variabilidad genética en germoplasma de *P. vulgaris*, en particular, y en la totalidad del género *Phaseolus*, en general.

Para mantener la colección de *Phaseolus* más eficientemente, la Unidad ha desarrollado técnicas de almacenamiento a corto y largo plazo, con base en un preciso control de la temperatura y la humedad de la semilla. La colección de trabajo se mantiene bajo condiciones de corto plazo con una renovación de los materiales cada cinco años. En condiciones de largo plazo se estima que las muestras mantendrán por lo menos el 90 por ciento de germinación original por unos 25 años. Esta colección básica busca preservar la variabilidad genética futura.

La Unidad de Recursos Genéticos también es responsable por la preparación y la distribución de germoplasma de frijol tanto dentro como fuera del CIAT. En sus cinco años de actividades, la Unidad ha enviado casi 100,000 muestras, cerca de un cuarto de las cuales habían sido pedidas por investigadores de 58 países.

El personal de frijol del CIAT evalúa germoplasma de varias fuentes en busca de las características deseadas. La fuente central es el enorme banco de germoplasma de *Phaseolus*, que contiene más de 33.000 accesiones.

La calidad del germoplasma en cuanto a las condiciones deseadas abarca desde variedades comerciales hasta parientes silvestres del frijol común. En muchos casos los rasgos deseables se expresan demasiado débilmente para resolver directamente un problema particular de la producción, y se necesitan programas de cruzamientos recurrentes para mejorarlos.

Independientemente de la fuente de germoplasma, el trabajo principal consiste en evaluar los materiales en condiciones de suficiente presión para cada problema que se ha de resolver. Los materiales que tienen niveles aparentemente aceptables de las características deseadas son entonces seleccionados. Estos se utilizan en la segunda etapa del desarrollo de germoplasma, o sea, fitomejoramiento para consolidar o recombinar factores múltiples en los cultivares comerciales, de acuerdo con las necesidades de una región ecológica en particular.

Preselección Uniforme de Materiales Mejorados de Frijol

Uno de los logros más importantes durante 1977 y 1978 fue la instalación de un conjunto de ensayos de preselección uniformes para evaluar el germoplasma de frijol en las etapas de mejoramiento de las características y de los cultivares.

Los miembros del equipo de frijol comienzan por seleccionar materiales promisorios de los proyectos del CIAT en mejoramiento de características, de los programas nacionales de fitomejoramiento, del banco de germoplasma del CIAT o de proyectos de recombinación de factores múltiples, para conformar el Vivero del Equipo de Frijol (VEF). Aproximadamente mil entradas de este vivero son evaluadas anualmente por su resistencia a la mancha angular, antracnosis, virus del mosaico común del frijol, mustia hilachosa, roya, saltahojas y por su adaptación a dos localidades colombianas:CIAT-Palmira (965 msnm) y CIAT-Popayán (1850 mnsm).

Unas 300 entradas son seleccionadas del VEF para ser evaluadas en el Ensayo Preliminar de Rendimiento (EP).

La red del CIAT para la distribución de líneas y variedades mejoradas de frijol le ha permitido a Burundi evaluar y liberar la variedad colombiana Diacol-Calima que aquí se vende en un mercado abierto.

Este consiste de ensayos de rendimiento repetidos en dos o más sitios dentro de Colombia, y en otras localidades, en condiciones tanto de bajos como de adecuados niveles de insumos. Las entradas del EP se ensayan por muchas otras de las características que no se consideraron en el VEF, incluyendo rendimiento

La etapa final en el proceso de evaluación es el Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación (IBYAN). Este fue establecido en 1976 para ayudar a distribuir materiales promisorios de los proyectos del CIAT y de otros programas en varios países. En términos de fitomejoramiento las entradas del IBYAN son variedades terminadas o próximas a serlo.

A medida que han madurado las actividades de fitomejoramiento y evaluación en el Programa de Frijol del CIAT y en los programas de los países latinoamericanos, se han introducido cambios importantes en el esquema de evaluación anteriormente descritos. Estos cambios representan una continua descentralización de la selección. Por ejemplo, en 1981 se adicionó el Vivero de Adaptación (VA) para permitir a los países ensayar un mayor número de materiales en sus condiciones locales e involucrar a científicos locales en la selección de los cruces. El VEF es seleccionado posteriormente de este vivero. También, el Vivero Nacional de Rendimiento (VINAR) y el Vivero Regional de Rendimiento (VICAR), que corresponden a los EP e IBYAN, respectivamente, fueron desarrollados especialmente para Centroamérica.

Cuadro 1. **Métodos de distribución de germoplasma dentro de la red de mejoramiento del frijol.**

Identificación	País de origen	País de nueva liberación	Año de liberación	Nueva identificación
Etapa I·Accesiones del Banco de Germoplasma del CIAT liberadas como nuevas variedades				
Diacol Calima	Colombia-ICA	Burundi	1979	Diacol Calima
Redkloud	EEUU-Universidad de Cornell	Chile	1978	Redkloud
E 1056	Ecuador-Univ Loja	Colombia	1982	ICA-Llano Grande
ICA COL 10103	Colombia-ICA	Costa Rica	1980	Talamanca
ICA-Pijao	Colombia-ICA	Cuba	1978	ICA-Pijao
"	Colombia-ICA	Guatemala	1978	ICA-Suchitan
"	Colombia-ICA	Bolivia	1978	ICA-Pijao
Brasil 2	Brasil	Ecuador	1977	INIAP-Bayito
E 1056	Ecuador-Univ Loja	Ecuador	1983	INIAP-400
G2829	México	Perú	1982	Gloriabamba
ICA L 23	Colombia-ICA	Brasil	1983	EMPASC 201-Chapeco
Etapa II·Líneas mejoradas superiores del CIAT liberadas como nuevas variedades				
BAT 7, 76, 304, 448	-	Argentina	1981	BAT 7, 76, 304, 448
EMP 84	-	"	1982	EMP 84
BAT 64	-	Brasil, Minas Gerais	1982	Rico 1735
BAT 65	-	" " "	1982	Milhionarios 1732
BAT 179	-	Brasil, Esp Santo	1983	Vitoria
BAT 304	-	" " "	1983	Capixaba Precoce
BAT 76	-	Bolivia	1978	BAT 76
BAT 304	-	Costa Rica	1981	Brunca
BAT 202	-	Cuba	1982	Hatuey 2
DOR 15	-	Cuba	1982	Tomeguin 1
EMP 84	-	Cuba	1982	Tomeguin 2
BAT 58	-	El Salvador	1981	Tazumal
BAT 41	-	Nicaragua	1979	Revolución 79
BAT 789	-	"	1983	Revolución 79A
A 40	-	"	1981	Revolución 81
BAT 1215	-	"	1983	Revolución 83
BAT 317	-	Rep Africa del Sur	1982	Córdoba
Etapa III: Selecciones locales de poblaciones segregantes proporcionadas por el CIAT				
-	-	Costa Rica	1982	Huetar
-	-	Costa Rica	1982	Chorotega
-	-	Costa Rica	1982	Corobici
-	-	Guatemala	1980	ICTA-Quetzal
-	-	Guatemala	1980	ICTA-Tamazulapa
-	-	Guatemala	1980	ICTA-Jutiapan
-	-	Honduras	1980	Acacias 4
-	-	Honduras	1982	Copán
Etapa IV·Transferencias horizontales entre países				
ICTA Quetzal	Guatemala	Argentina	1982	DOR 41
D-145	Guatemala	México	1981	Negro Huasteco 81

Evolución de la Distribución de Germoplasma Mejorado

Las actividades de mejoramiento y distribución de germoplasma han ayudado a liberar, por parte de programas nacionales, más de tres docenas de variedades "nuevas" desde 1977. En el Cuadro 1 se presentan cuatro etapas de distribución de germoplasma.

En la primera se proporcionaron accesiones superiores del banco de germoplasma del CIAT, principalmente a través del IBYAN. Estos materiales frecuentemente ya estaban siendo cultivados en otras áreas, y constituían un medio efectivo de proporcionar germoplasma mejorado antes de disponer de material superior para evaluación. Ejemplos sobresalientes fueron la adopción de las variedades colombianas ICA-Pijao en Bolivia, Cuba y Guatemala y Diacol Calima en Burundi. La variedad norteamericana Redkloud fue liberada en Chile.

A medida que empezaron a surgir nuevas líneas promisorias de los diversos proyectos, algunas pasaron por el proceso de mejoramiento de cultivares para convertirlas en variedades terminadas. No obstante, el Programa de Frijol no enfatiza el mejoramiento de líneas terminadas, especialmente cuando los programas nacionales van madurando y pueden asumir mayores responsabilidades por materiales para las condiciones locales. Sin embargo, las líneas desarrolladas en el CIAT que han sido adoptadas incluyen: BAT 76 en Argentina y Bolivia; BAT 304 en Argentina, Brasil y Costa Rica y EMP 84 en Argentina y Cuba.

La descentralización en las actividades del Programa de Frijol permite que variedades mejoradas como esta voluble de alto rendimiento continúen llegando a los agricultores

La ruta más común en años recientes y venideros es que el Programa del CIAT proporcione poblaciones segregantes para que los programas nacionales las evalúen y seleccionen. Esto conforma la tercera etapa de distribución. Ejemplo de ella son las tres selecciones hechas en 1980 por Guatemala (ICTA-Quetzal, -Tamazulapa y -Jutiapán), tres en Costa Rica en 1982 (Huetar, Chorotega y Corobicí) y las selecciones hondureñas Acacias 4 y Copan, en 1980 y 1982, respectivamente.

Finalmente, el CIAT continuará promoviendo la transferencia horizontal, entre países, de nuevas variedades desarrolladas o bien por los programas nacionales solos o en colaboración con el CIAT. Por ejemplo, la variedad

En 1983 el CIAT asignó los primeros cuatro científicos para trabajar en África francófona Variedades mejoradas a partir de selecciones hechas en campos como éste en Ruanda, continuarán constituyendo la principal fuente de proteína en estos países

ICTA-Quetzal, originalmente seleccionada y liberada en Guatemala, fue adoptada en Argentina y ahora se cultiva allí en más de 15.000 hectáreas.

Desarrollo de una Red de Mejoramiento de Frijol

Parte de la facilidad con que se transfiere el germoplasma mejorado entre los países latinoamericanos se debe a que ahora existe una red viable de colaboradores. La capacitación, los talleres y conferencias, los materiales de comunicación y las visitas personales han sido utilizados para construir y desarrollar esta red.

La asignación de personal científico de cooperación internacional del CIAT también ha contribuído en gran manera a la construcción de la cadena de colaboradores y a descentralizar las actividades de la sede del CIAT en Palmira. Ellos deben ayudar en la capacitación de personal de los programas nacionales y a los científicos de estos programas a planear y evaluar mejor los viveros y otros experimentos.

La primera comisión se ubicó en América Central, donde un equipo conformado por un fitomejorador, un fitopatólogo (coordinador) y un agrónomo han tenido su

sede desde 1978. Estos científicos han podido trabajar dentro de programas nacionales para ayudar a solucionar problemas de producción que pueden estudiarse mejor localmente en América Central.

Más recientemente, un científico fue destacado en Goiânia, Goias, Brasil, para colaborar con el CNPAF.Allí se hace énfasis tanto en el desarrollo de métodos de preselección como de germoplasma adaptado a suelos con bajos niveles de acidez y fósforo, además de colaborar con los científicos brasileños en la creación de un sistema nacional de viveros de frijol.

Un fitomejorador fue radicado en Perú para trabajar en un proyecto bilateral de mejoramiento de variedades de frijol para ecosistemas no representados por las áreas de ensayo del CIAT. Finalmente, en 1983, se destacó el primer científico en Africa, con sede en Ruanda, quien será seguido por un patólogo, un antropólogo y un agrónomo, conformando todos ellos el plan de cobertura para Africa.

Descentralización del Mejoramiento y Evaluación de Frijol

Entre 1977 y 1983, el Programa de Frijol ha ayudado a capacitar en el CIAT a 476 personas en varios niveles . El Programa también ha ayudado en 25 cursos dentro de los países en los cuales más de 700 personas han participado. Estos cursos se han llevado a cabo más frecuentemente en concordancia con la liberación de nuevas variedades y han sido diseñados para mejorar la capacidad de difundir estas variedades por parte de los servicios nacionales de investigación y extensión.

Más recientemente, se ha iniciado la investigación y la capacitación en investigación en las fincas por medio de cursos en el CIAT al igual que en los países o en cursos regionales.Esta capacitación busca mejorar la retroalimentación de información de los agricultores a las estaciones experimentales y asegurar que el nuevo germoplasma desarrollado sea apropiado para las condiciones frecuentemente rigurosas para las cuales está destinado.

Con la capacitación de una masa crítica de colaboradores y el continuo apoyo del personal del CIAT ubicado en diversas sedes, el Programa de Frijol ha podido descentralizar una parte considerable de las actividades de mejoramiento y evaluación para algunas áreas. Por ejemplo, en

Centroamérica se hacen los ensayos de virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), mustia hilachosa, Apion, roya y adaptación a los sistemas tradicionales de cultivo en relevo. Las evaluaciones por resistencia al virus del mosaico común (BCMV), la bacteriosis y la *Empoasca* en los materiales destinados a Centroamérica todavía se hacen principalmente en el CIAT.

Al implantar una estrategia de descentralización, el Programa de Frijol y las instituciones nacionales que colaboran con él no buscan hacer que cada país trabaje en todos los problemas. La investigación y la evaluación de un problema importante de producción se concentran más bien en un país cuyo equipo nacional de frijol esté capacitado y equipado para atender tales problemas específicos. Los materiales o la agronomía así mejorados pueden entonces transferirse horizontalmente entre países.

La solución de los problemas del BGMV y la mustia son dos buenos ejemplos. Los cruces y las selecciones iniciales se hicieron en el CIAT, de donde fueron enviados a los países donde la presión por tales enfermedades era más fuerte. Un gran número de las evaluaciones del BGMV se hicieron en Guatemala, utilizando un programa de selección recurrente modificada. Los niveles de tolerancia fueron elevados hasta el punto en que las nuevas variedades, como ICTA-Quetzal y otras que poseen tal tolerancia, han sido adoptadas por los agricultores, primero en Guatemala y después en otros países.

De acuerdo con sondeos, casi la mitad de los pequeños agricultores de Guatemala han adoptado las nuevas variedades resistentes desarrolladas por el CIAT en coordinación con el ICTA. Estas variedades también están siendo usadas en áreas donde la anterior producción de frijol había sido abandonada debido al virus. Como resultado principal de la introducción de materiales nuevos, Guatemala ha alcanzado ahora la autosuficiencia en producción de frijol.

La mustia hilachosa es un problema importante en los ambientes más calurosos de los trópicos bajos de México, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Brasil y Argentina. Los científicos costarricenses hicieron gran parte de la preselección por resistencia. Se han identificado líneas como la HT 77-16 con niveles intermedios

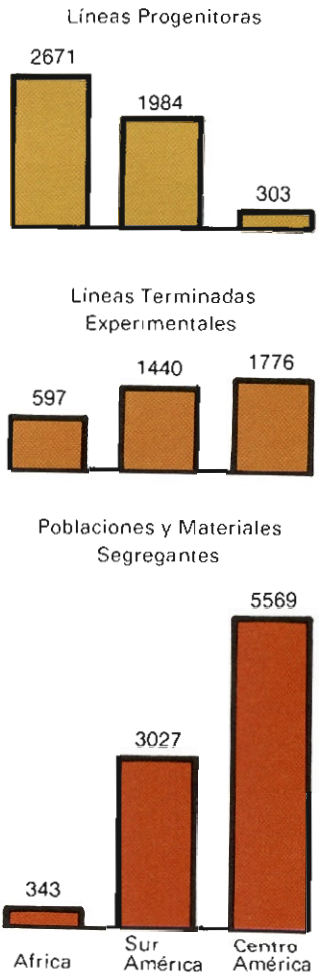


Figura 1. **Descentralización de las actividades con germoplasma de frijol, como lo muestran los despachos de germoplasma durante 1983.**

de resistencia en medio de fuerte presión de la enfermedad. Cuando se combinan con prácticas culturales mejoradas, estas líneas ofrecen un control integrado de la enfermedad Sondeos económicos hechos en forma colaborativa muestran que más del 60 por ciento de los productores de frijol están cultivando estas variedades moderadamente resistentes.

La Figura 1 proporciona una idea del estado actual de la descentralización del Programa de Frijol En América Central, donde los programas nacionales son colectivamente los más avanzados, el gran número de poblaciones segregantes y materiales que entran a la región indica que gran parte de la evaluación y la selección ocurrirá dentro de los países. Por el contrario, en Africa, donde la mayoría de los materiales que entran a la región son líneas progenitoras, las principales actividades en el futuro cercano consistirán en la selección de las mejores de ellas para cruzamiento en el CIAT.

Adopción de Nuevas Variedades

Además de la aceptación de nuevos materiales de frijol documentada en la sección anterior, se pueden seleccionar otros casos para mostrar la adopción de frijoles mejorados por los agricultores. Argentina introdujo nuevo germoplasma del CIAT para su ensayo en 1979 y ahora algunos de estos materiales están sembrados en 30,000 hectáreas, o un 80 por ciento del área en frijol de ese país. La falta de semillas en las áreas de mayor producción no permitió un cubrimiento total con variedades mejoradas. El valor anual de la producción adicional y la reducción en los costos de producción en 1984 fueron estimados en U.S.$ 8.4 millones de dólares.

Los ensayos del IBYAN han proporcionado ciertas variedades (como Carioca, ICA-Pijao y la línea BAT 76 criada en el CIAT) que están siendo cultivadas en el área de Santa Cruz, Bolivia, debido principalmente a su resistencia a la roya y sus rendimientos estables. Un sondeo hecho en 1978 mostró que sólo 11 hectáreas estaban siendo cultivadas con frijol, mientras que en 1983 había 4500 hectáreas con frijol en los alrededores de Santa Cruz. Por primera vez se han visto frijoles en venta en los supermercados de la ciudad.

Programa de Yuca

El Programa de Yuca ha avanzado considerablemente en el desarrollo de tecnología mejorada para un cultivo del cual se sabía relativamente poco hasta hace sólo una década. Se han ensayado y aplicado con éxito prácticas culturales sencillas y de bajo costo en muchos países y los trabajos de fitomejoramiento para introducir resistencia a los principales problemas biológicos y para mejorar los rendimientos de los híbridos están produciendo nuevas e interesantes líneas para ser evaluadas como variedades potenciales. La definición por parte del Programa de las zonas edafoclimáticas para la producción de yuca ha hecho posible enfocar las actividades de fitomejoramiento y selección para llenar necesidades locales específicas.

La capacitación de personal y consultoría por parte de miembros del Programa han ayudado a que varios países organicen proyectos de investigación y desarrollo de yuca donde antes se había hecho poco o no se había hecho nada. Estos esfuerzos están empezando a dar resultados en incrementos en la producción y un aprovechamiento más efectivo de la yuca.

La Yuca como un Cultivo Tropical

La producción de yuca presenta contrastes interesantes en la producción agrícola tropical. Después del arroz, maíz y caña de azúcar, la yuca es la fuente de carbohidratos más importante de los trópicos. En términos de su rango de distribución tropical, probablemente se compara con el maíz. Al contrario del arroz y la caña de azucar, rara vez se irriga.

Hasta hace unos 10 ó 12 años poca investigación se había hecho para entender cómo crecía este importante cultivo, hasta qué grado se podían incrementar sus rendimientos por medio de fitomejoramiento y mejor manejo y cómo se podían utilizar sus raíces en forma más eficiente. Debido a las políticas fragmentarias de investigación y desarrollo que la mayoría de los países productores asignaban al cultivo en el pasado, surgieron los interrogantes acerca de cómo se absorbería y utilizaría cualquier incremento en la producción.

Aunque el producto se deteriora muy rápidamente después de su cosecha, una infraestructura de mercadeo eficiente puede hacer que las raíces frescas circulen y se vendan a precios razonables. Además, las industrias de procesamiento y mercadeo pueden transformar y utilizar los productos finales tales como harina y alimentos animales. Estos recursos y mercados existen en numerosos países.

Una tecnología mejorada que incremente la productividad de la yuca implica pues que también se le preste atención al desarrollo general del cultivo. Se puede esperar que los beneficios de este enfoque doble tengan impactos sobre la nutrición, los ingresos de las fincas pequeñas y la balanza de pagos de los países tropicales del Tercer Mundo.

Responsabilidad del CIAT en el Desarrollo de la Yuca

El CIAT tiene la responsabilidad global entre los centros internacionales de investigación agrícola de crear una tecnología mejorada de producción de yuca con énfasis especial en América Latina, el Caribe y Asia. El Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) trabaja con el cultivo para Africa.

Dentro de las regiones competencia del CIAT, la producción y utilización de yuca se presenta de varias maneras. En los países asiáticos como India e Indonesia vir-

La yuca es un cultivo valioso en Indonesia donde casi la mitad de la producción del país se consume internamente

tualmente toda la producción se consume internamente mientras que Tailandia exporta casi un 75 por ciento de su producción hacia Europa. En general, cerca de un 60 por ciento de la yuca en Asia se utiliza como alimento.

En América Latina la gente todavía utiliza la yuca en formas tradicionales, bien sea para consumo fresco o procesada para alimentos. También se le da fresca a los cerdos en los sistemas de alimentación dentro de las fincas. Muy poca o ninguna de la yuca de la región se exporta, pero un 70 por ciento del cultivo se lleva al mercado, de modo que es principalmente un cultivo comercial.

Cerca de un 60 por ciento de los productores de yuca de América Latina tienen fincas de 10 hectáreas o menos y casi la mitad del área yuquera es intercalada, en mayor frecuencia con maíz. La amplia popularidad de la asociación de cultivos añade otra importante dimensión a la nueva tecnología de producción.

Prioridades para el Desarrollo de una Tecnología de Producción de Yuca

Para crear una nueva tecnología de producción de yuca los científicos del Programa primero tuvieron que generar más información acerca de la biología básica del cultivo, las plagas y enfermedades que lo afectan y sus respuestas a amplios factores ambientales como la temperatura, la humedad y la fertilidad del suelo. Al mismo tiempo tuvieron que resolver algunos problemas de infraestructura para facilitar futuras transferencias de tecnología.

Puesto que los programas nacionales agrícolas habían prestado poca o ninguna atención al desarrollo del cultivo, prácticamente no existían grupos formales y organizados de especialistas. El Programa del CIAT no sólo tuvo

que capacitar personal para resolver problemas generales y específicos sino que en muchos casos tuvo que ayudar a organizar programas nacionales.

El problema de la restricción al traslado de material vegetativo de yuca entre muchos países debido a la amenaza de diseminación de enfermedades era otro limitante serio. Aunque se podía intercambiar más libremente la semilla verdadera o sexual de la planta, la falta de personal capacitado para recibir, cultivar y evaluar nuevas plantas detuvo el intercambio efectivo de semillas.

Puesto que la principal contribución a largo plazo era el germoplasma mejorado, se inició un programa de fitomejoramiento que buscaba híbridos de mayor rendimiento, utilizando accesiones de germoplasma que se podían recolectar, reunir y evaluar en el CIAT y en otras localidades de Colombia. Al mismo tiempo se inició una investigación interdisciplinaria intensiva para estudiar cuáles cultivos y características de la planta estaban asociadas con rendimientos altos y estables. Los investigadores sabían que la yuca tenía un alto potencial de rendimiento pero los altos rendimientos no se obtenían en forma regular. A diferencia de muchos otros cultivos, la yuca no siempre rendía más con insumos convencionales tales como mayor densidad de plantas, mayores niveles de fertilización e irrigación

Prácticas Culturales Mejoradas

El equipo de yuca del CIAT reconoció que era posible obtener rendimientos mejores y más estables a corto plazo si los agricultores usaban prácticas culturales mejoradas. Entre estas prácticas se incluía la selección de estacas, control de malezas, densidad de siembra y asociaciones con otros cultivos.

La yuca no tiene una industria de "semillas" organizada; en su lugar, los agricultores siembran trozos de tallos de la cosecha anterior. Dos de las enfermedades más importantes de la yuca—el añublo bacteriano y la enfermedad del mosaico africano—se trasmiten por estacas infectadas.

Los científicos del CIAT encontraron que sembrando estacas sanas obtenidas con cuidadosas técnicas de selección y propagación se retardaba la aparición de una infección grave y, en algunos casos, incluso eliminaban la enfermedad. El procedimiento ha sido utilizado en Brasil, Colombia, Cuba y Malaysia para producir material de siembra libre del añublo. Los agricultores de Costa Rica y

El Banco de Germoplasma de Yuca

La Unidad de Recursos Genéticos ha proporcionado un apoyo muy significativo al Programa de Yuca al desarrollar procedimientos de cultivos de tejidos para el manejo de germoplasma de yuca *in vitro*. Estos procedimientos han abierto las puertas a la propagación de plántulas libres de plagas y enfermedades; al movimiento de germoplasma con riesgos mínimos de introducir plagas o patógenos indeseables y a la conservación de germoplasma en espacios limitados, protegido contra brotes de enfermedades, infestación de plagas y problemas climáticos y edáficos.

Durante los últimos cuatro años se han cultivado 745 variedades de yuca libres de la enfermedad cuero de sapo y de otras enfermedades virales, bacterianas y fungosas. Las nuevas plántulas fueron producidas por cultivo *in vitro* de cortes de meristemas sacados de brotes cultivados por termoterapia.

Recientemente la Unidad ha descubierto que las plantas de cultivares tradicionales de yuca procedentes de cultivos de meristemas rinden un 50% más de raíces y material de siembra que las plantas provenientes de estacas. Se cree que ésto se debe a la erradicación de ciertos factores negativos tales como enfermedades y los virus, que podrían estar presentes y afectar el vigor de la planta y las características físicas pero que no se expresan visualmente.

Los métodos de cultivos por meristemas han permitido un flujo de germoplasma desde y hacia el CIAT y entre los programas nacionales. Durante los últimos cinco años se han transferido hacia el CIAT 1348 variedades de yuca de varias

colecciones nacionales existentes y de expediciones de recolección en el área de variabilidad. Así se ha incrementado la colección de germoplasma de yuca del CIAT a más de 3400 accesiones.

A medida que el personal de los programas nacionales se ha ido capacitando en las técnicas de cultivo de tejidos, el flujo de variedades de yuca se ha acelerado, de modo que durante los últimos cinco años se han enviado más de 400 variedades. A comienzos de 1983 se puso a disposición de los interesados un conjunto de 40 a 50 variedades élite cultivadas *in vitro* y seleccionadas por el Programa de Yuca.

Se desarrolló una técnica de "almacenamiento en crecimiento mínimo" para retardar el crecimiento de cultivos derivados de meristemas, de manera que éstos sólo necesitan cambio de medio cada 18 ó 24 meses. Más de 2000 variedades de yuca (58% de la colección total del CIAT) han sido colocadas en almacenamiento *in vitro*.

de la región de Caicedonia en Colombia han erradicado la enfermedad sembrando solamente estacas sanas. También se han definido mezclas de bajo costo de fungicidas e insecticidas que protegen a las estacas de la enfermedad del superalargamiento, patógenos del suelo y plagas de la superficie tales como los insectos escamas, los ácaros y el piojo harinoso.

A densidades de siembra recomendadas, la yuca se demora en cubrir la superficie del suelo con follaje. La investigación comprobó que la limpieza de malezas a su debido tiempo durante los primeros tres o cuatro meses de crecimiento puede aumentar los rendimientos. Incluso en casos de escasez de mano de obra, dos desmalezamientos debidamente espaciados ayudaron a aumentar el rendimiento en 77 por ciento del obtenido en un campo completamente desmalezado. También se determinaron densidades apropiadas de siembra con base en las variedades cultivadas y si el cultivo es para consumo fresco o para producción de almidón.

Los cultivadores de yuca en varias partes han adoptado paquetes de prácticas culturales sencillas y económicas. Los científicos cubanos modificaron las prácticas y han adoptado lo que ellos llaman el "sistema colombiano" para incrementar los rendimientos en las granjas estatales de 7 a 20 t/ha en cuatro años mientras simultáneamente disminuían los costos de producción por hectárea y por tonelada. En México los pequeños agricultores están obteniendo ahora rendimientos de más de 20 t/ha utilizando la tecnología del CIAT adaptada por científicos mexicanos a las condiciones locales.

Los científicos en México han modificado prácticas culturales desarrolladas en el CIAT y han ayudado a agricultores a aumentar sustancialmente los rendimientos.

Se han desarrollado otras prácticas culturales importantes durante años recientes. Cuarenta por ciento de la yuca producida en el mundo proviene de sistemas de cultivo asociado. Durante los últimos siete años el CIAT ha desarrollado las prácticas básicas de manejo para la producción de yuca en asociación con leguminosas de grano (frijol común, caupí y maní) y maíz. Los resultados comprenden las densidades de siembra relativas, disposición espacial, fechas relativas de siembra, prácticas de fertilización y control de malezas. Se han obtenido Relaciones de Equivalencia de Tierra de 1.2 y 1.8 para los sistemas eficientes, indicando que una unidad de superficie puede producir casi el doble en productos totales en siembra intercalada que en monocultivo.

Los estudios a largo plazo sobre las necesidades de nutrimentos mostraron que aunque la yuca es relativamente tolerante a la baja fertilidad, la acidez del suelo y a los altos niveles de aluminio, responde bien a la fertilización. El Cuadro 1 muestra la ventaja significativa del rendimiento de un híbrido del CIAT sobre una variedad local sembrada en un suelo infértil. Incluso sin fertilización, los rendimientos del híbrido duplicaron los del cultivar local, y el híbrido respondió muy bien a un bajo nivel de fertilización.

La yuca requiere de altas dosis de fósforo y más bien bajas dosis de nitrógeno. Es necesario fertilizar con potasio para mantener la fertilidad del suelo y producir buenos rendimientos de yuca de alta calidad. Los macronutrimentos deben aplicarse generalmente en forma anual en siembra continua. La yuca también responde a la cal en suelos ácidos, pero el exceso de aquella puede inducir

Cuadro 1. **Rendimiento en raíces de un híbrido tradicional (Guajiba) y un híbrido de yuca del CIAT (CM 507-37) en los Llanos Orientales de Colombia, a niveles mínimos de fertilizante.**

Línea/Sistema de barbecho	Fertilizante (kg/ha N-P_2O_5-K_2O)	
	0-0-0 (t/ha)	50-100-100 (t/ha)
Guajiba		
Ciclo de cultivo de tres años	6.2	7.3
Pastura	16.2	17.3
CM 507-37		
Ciclo de cultivo de tres años	12.0	20.2
Pastura	29.5	32.8

Estudios de la fisiología de la planta de yuca han ayudado a que los científicos del CIAT definan mejor sus estrategias de fitomejoramiento y evaluación

deficiencias de micronutrimentos: entre éllas la más común es la de zinc; este problema se resuelve tratando las estacas con una solución de zinc antes de sembrarlas.

Conocimiento Básico de la Yuca

Una de las primeras iniciativas del Programa de Yuca fue el estudio sobre la biología de la planta. Varios descubrimientos importantes han señalado el camino a las estrategias de fitomejoramiento y evaluación que ahora se emplean en el Programa.

Una clave básica en el comportamiento del rendimiento de la planta de yuca se refería a la eficiente formación de las raíces. Se encontró que las partes aéreas de la planta y las raíces comerciales se forman simultáneamente; existe un balance óptimo, para rendimiento máximo, entre el desarrollo de la hoja y del tallo y el crecimiento de la raíz. Modelos de simulación sugirieron que un tipo de planta física y prácticas de manejo que dieran índices de cosecha (proporción de biomasa de la raíz sobre la biomasa total) de cerca de 0.6 y un Indice de Area Foliar (proporción de área foliar sobre unidad de superficie) de 2.5 a 3.5 daría los rendimientos más altos Estos resultados también indicaron que el rendimiento máximo de la raíz ocurre muy por debajo de los rendimientos máximos de biomasa total. Estos resultados fueron confirmados posteriormente en ensayos de campo. Las características físicas de la planta, tales como su patrón de ramificación y el Indice de Area Foliar, pueden ser fácilmente seleccionados en los viveros de campo.

Más recientemente, los científicos del Programa han llegado a un entendimiento parcial de cómo las plantas de yuca manejan el estrés por sequía. Las estaciones secas son características comunes en la mayoría de los ecosistemas donde se produce la yuca.

La planta compensa la falta de agua reduciendo su área foliar; se producen menos hojas nuevas mientras que las hojas más viejas se caen. Al mismo tiempo, los estomas de las hojas remanentes se cierran parcialmente, la tasa de transpiración disminuye y la planta conserva el agua disponible. Si el período seco persiste, tanto el crecimiento de la raíz como el de la parte aérea puede detenerse. Cuando vuelven las lluvias, sin embargo, la planta hace uso de sus reservas de carbohidratos, produciendo hojas nuevas y tornándose productiva de nuevo. Por lo tanto, aunque los períodos secos pueden reducir los rendimien-

tos de la yuca, sólo la muerte de la planta causará pérdida total de la cosecha.

Se encontró que los hongos de micorriza que viven en el suelo, los cuales se asocian con las raíces de la planta y las ayudan a absorber fósforo, son esenciales para la producción de yuca. Esta nueva dirección en la investigación del Programa ha demostrado que las poblaciones nativas de micorrizas difieren bastante en su efectividad. En un caso en que se inoculó una cepa efectiva en un suelo que contenía una cepa nativa ineficiente, los rendimientos de la yuca se incrementaron en un 90 por ciento. Los ensayos de campo en escala más amplia indican que la inoculación con cepas más efectivas probablemente puede incrementar los rendimientos de la yuca alrededor de un tercio.

Se están clasificando unas 400 cepas recolectadas por su efectividad general o específica. Los investigadores también están buscando comprender mejor las relaciones entre cepas, y entre varias cepas, suelos diferentes y la planta de yuca.

Identificación de las Zonas Edafoclimáticas para Yuca

Aunque la gran diversidad de ecotipos permite que la yuca sea cultivada en muchas zonas ecológicas, los científicos del Programa encontraron que un ecotipo y variedad dados sólo se adapta bien a condiciones limitadas.

A fines de la década de 1970 el Programa había acumulado suficiente información sobre la adaptación varietal y las interacciones genotipo-ambiente que le permitieron definir seis zonas edafoclimáticas en las que se produce la yuca. La subdivisión se basa principalmente en las diferencias en temperatura media, distribución de lluvias, fotoperíodo y características del suelo. Las condiciones de los ecosistemas también determinan en gran parte los complejos de enfermedades y plagas que existen localmente y cómo se desarrollan las plantas.

La definición de las seis zonas implicaba que el proceso completo de mejoramiento de germoplasma debería ser descentralizado y que por lo tanto los objetivos de fitomejoramiento del Programa deberían ajustarse para buscar materiales adaptados a las condiciones de cada zona. Al mismo tiempo, los clones que se desempeñaban bien en las etapas tempranas de selección eran colocados selecti-

Científicos costarricenses han recibido capacitación para manejar cultivos de meristemas de yuca, permitiéndoles acelerar las evaluaciones de líneas mejoradas.

vamente en sitios particulares. No existen ensayos internacionales de yuca manejados por el CIAT. En su lugar, el Programa les pasa a los países colaboradores el germoplasma que se ajusta a sus condiciones edafoclimáticas y de plagas locales, y los programas nacionales continúan con su evaluación.

Durante los últimos años el movimiento de germoplasma ha evolucionado para satisfacer las necesidades de cada país. A principios de la década de 1970 la India era el único país preparado para recibir y manejar semilla sexual. A través de esfuerzos intensivos de capacitación y distribución de publicaciones sobre metodología de selección y fitomejoramiento, otros nueve países están ahora recibiendo y explotando la variabilidad genética de la semilla verdadera de yuca. Son ellos: Brasil, China, Cuba, Filipinas, Indonesia, Malaysia, México, Perú y Tailandia.

Por otro lado, el desarrollo de técnicas de cultivo de tejidos y de meristemas en el CIAT, y la capacitación de investigadores nacionales para encargarse de esta fuente de germoplasma, han abierto el camino para el intercambio de germoplasma con 18 países. Son ellos: Costa Rica, Ecuador, Haití, Nicaragua, República Dominicana, Panamá, Paraguay y Venezuela, más los 10 que ya reciben semilla sexual.

Identificación y Solución a los Limitantes Biológicos

Antes de que el CIAT empezara estudios con yuca, no se conocía mucho acerca de plagas y enfermedades que limitaran su producción. Frecuentemente la yuca ha sido considerada un cultivo rústico, poco afectado por los insectos y las enfermedades. Parte de la razón de este concepto es que la yuca con frecuencia puede sobrevivir a ataques y dar un rendimiento razonable. Sin embargo, los entomólogos y los patólogos del CIAT han identificado numerosos insectos, enfermedades y virus que pueden reducir los rendimientos considerablemente.

Con una larga época de crecimiento que comprende tanto las condiciones secas como las húmedas, la yuca usualmente no puede ser protegida económicamente por medio de tratamientos con agroquímicos. El objetivo del Programa ha sido desarrollar medidas integradas de control. Se han identificado fuentes de resistencia varietal en el banco de germoplasma las cuales se han utilizado para crianza de líneas mejoradas. Se han encontrado prácticas culturales que ayudan a controlar algunas enfermedades, así como depredadores naturales, parásitos y agentes biológicos efectivos que componen estrategias integradas de control de insectos.

Control de Insectos. Existen varias alternativas para controlar plagas de insectos y ácaros; las dos que reciben énfasis son la resistencia de la planta y el control biológico. Las plagas se clasifican a través de estudios para determinar sus efectos potenciales y reales sobre el rendimiento, y se hacen investigaciones bioecológicas para determinar las relaciones entre la yuca, las especies plaga y el ecosistema implicado.

Se han llevado a cabo estudios bioecológicos y de daños de 17 plagas de la yuca, incluyendo la identificación de enemigos naturales. En años recientes el Programa ha puesto el mayor énfasis en los ácaros, los piojos harinosos, las chinches de encaje, el gusano cachón y los barrenadores del tallo.

Se adelanta un estudio detallado de los complejos de enemigos naturales de los ácaros y los piojos harinosos. Se han registrado aproximadamente 70 enemigos naturales de los piojos harinosos y 30 de los ácaros. Se ha demostrado que los parásitos y los depredadores de los piojos harinosos ayudan a reducir las poblaciones y demoran los brotes de la plaga. En Colombia se está

llevando a cabo un estudio detallado para identificar los principales depredadores de los ácaros, especialmente aquellos que conforman el grupo de Phytoseidos.

Varias especies de enemigos naturales se han criado en el laboratorio y se han enviado al IITA, en Nigeria, para estudio y liberación futuros en los campos de yuca, contra plagas tales como los ácaros y los piojos harinosos que se han originado en los neotrópicos.

El banco de germoplasma de yuca continuamente es evaluado por resistencia a los ácaros y a los insectos. Se han identificado cultivares resistentes para especies de los géneros *Mononychellus, Tetranychus* y *Oligonychus* de ácaros y para los trips, moscas blancas, piojos harinosos y chinches de encaje.

Se han desarrollado híbridos de materiales resistentes los cuales se han evaluado por sus niveles de resistencia y rendimiento; algunos contienen calidades de resistencia múltiple contra varias plagas de insectos o ácaros. Hay disponibles líneas híbridas con resistencia a los ácaros, moscas blancas y trips.

Control de enfermedades. Se han estudiado varias enfermedades importantes desde el momento en que el Programa de Yuca se formó, y desde 1978 se han identificado tres nuevos patógenos fungosos, siete virales, un micoplasmático y dos bacterianos de la yuca. También se conoce la identidad de la mayoría de los patógenos y los síntomas de las enfermedades que causan.

Los científicos del Programa han identificado en germoplasma existente resistencias a las principales enfermedades conocidas. Con la definición de las seis zonas de cultivo de la yuca, se ha dado más énfasis a la preselección específica para cada zona. Esto obliga al desarrollo de sistemas de selección por resistencia múltiple (a varios problemas) en cada zona edafoclimática donde el Programa trabaja. Los clones en los que existe resistencia múltiple han demostrado su estabilidad, tanto en resistencia como en rendimiento, durante más de siete años de evaluación continua en condiciones de campo con epidemias naturales.

Desarrollo y Distribución de Germoplasma Mejorado

El progreso en la crianza y selección de materiales mejorados ha sido contínuo. Se han seleccionado variedades de ensayos regionales del CIAT, las cuales se han enviado

Cuadro 2. **Movimiento en el proceso de selección de los programas nacionales de híbridos de yuca producidos en el CIAT.**

	Etapa de desarrollo			
	Selección de plántulas	Ensayo de un solo surco	Ensayo avanzado de rendimiento	Liberados
AMERICA				
Brasil	X	X	X	-
Cuba	X	X	-	-
Perú	-	-	X	-
México	X	-	-	-
ASIA				
Tailandia	X	X	X	Rayong 3
Filipinas	X	X	X	-
Malaysia	X	X	X	-
Indonesia	X	X	X	-
China	X	-	-	-

a algunos países y se han liberado en Cuba, Haití y México.

Se sabe que muchos otros clones desarrollados en el CIAT son cultivados comercialmente en Colombia, Ecuador, Filipinas y Venezuela, aunque ninguno de ellos ha sido liberado oficialmente.

El proceso de selección de clones de yuca producidos de semilla sexual normalmente involucra la selección de plántulas, los ensayos con cada planta, los ensayos replicados de rendimiento, los ensayos avanzados de rendimiento, los ensayos regionales y los ensayos en las fincas antes de que un material sea liberado como una variedad. Esto significa que los híbridos obtenidos en el CIAT entre 1973 y 1976 sólo ahora están alcanzando las etapas finales de evaluación para ser liberados. El Cuadro 2 muestra las etapas que han alcanzado las selecciones a partir de híbridos del CIAT en varios países.

Tailandia liberó la nueva variedad Rayong 3 en 1983; esta línea había sido introducida como un híbrido del CIAT en 1975. Tailandia ha adoptado un procedimiento de evaluación de siete etapas y tiene varias otras líneas en ensayo; algunas de éstas probablemente serán liberadas en el futuro. Otros países como Brasil, China, Cuba, Filipinas, Indonesia, Malaysia y México han adoptado técnicas similares de selección y estructuras de programas y tienen materiales en etapas de evaluación para ser liberados en el futuro cercano.

Utilización Poscosecha

Conservación de las Raíces Frescas. El muy rápido deterioro fisiológico y microbiano de las raíces de yuca fresca ha sido un limitante principal en el mercadeo eficiente de este producto. Los resultados de un proyecto financiado conjuntamente con el Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Tropical (TDRI, por su sigla en inglés) demostró que dos tratamientos sencillos pueden ayudar a que los agricultores almacenen raíces hasta por dos semanas sin cambios adversos en la calidad.

El tratamiento de las raíces inmediatamente después de la cosecha con bajas concentraciones de tiabendazol, un fungicida de baja toxicidad, previene la iniciación de la pudrición microbiana. Las raíces son empacadas luego en bolsas plásticas donde la concentración de la humedad promueve la curación natural de las heridas y retarda el deterioro físico. La adopción de este método disminuiría considerablemente los márgenes de comercialización, incrementaría el consumo urbano (a través de una reducción en el precio) e incrementaría el precio en finca de la yuca. Además de que las pérdidas son muy bajas durante las dos semanas de almacenamiento, los tiempos de cocción, contenido de almidón y las condiciones de sabor y textura no se afectan significativamente.

El Desafío de la Utilización. Con la llegada de la tecnología que permite a los pequeños agricultores incrementar la producción de la yuca sustancialmente, se necesita algún tipo de desarrollo del mercado para protegerlos de las incertidumbres de los precios. La yuca seca procesada es una forma de utilización que no solamente podría ofrecer al agricultor un nuevo canal de distribución sino que el producto además podría sustituir a harinas de granos trillados o a costosos granos para alimentos de animales. Estos usos ayudarían a reducir los déficits en la balanza de pagos de muchos países en desarrollo y al mismo tiempo proporcionarían un ingreso local adicional a nivel de fincas.

Se ha iniciado un proyecto integrado de desarrollo en la costa norte de Colombia a manera de proyecto piloto de esta estrategia. Este busca mostrar cómo se pueden desarrollar unidades comercialmente viables a pequeña escala y trasladar la producción adicional de yuca hacia usos no tradicionales. Se están operando plantas de procesamiento-secado que producen trozos de yuca para concentrados para animales.

Cuadro 3. **Avance de varios programas nacionales y su relación con el CIAT.**

	Programa nacional establecido[a]	Becarios en el CIAT	Participación en conferencias	Líder visitó al CIAT	Reciben material genético del CIAT[b]	Líneas del CIAT liberadas o cultivadas	Visitas por científicos del CIAT[b] desde 1977
Tailandia	Sí	24	Sí	Sí	S	Sí	(18)
Indonesia	Sí	12	Sí	Sí	S	No	(8)
Filipinas	Sí	11	Sí	Sí	S	Sí	(18)
Malaysia	Sí	14	Sí	Sí	S	No	(10)
China	Sí	No	No	Sí	S	No	(2)
India	Sí	5	Sí	Sí	S	No	(11)
Brasil	Sí	94	Si	Sí	S	No se sabe	(34)
Paraguay	Sí	3	Sí	Sí	S	No	(6)
Bolivia	No	5	No	-	No	No	(6)
Perú	No	10	Sí	-	S	No	(7)
Ecuador	No	12	Sí	-	No	Sí	(18)
Colombia	Sí	86	Sí	Sí	E	Sí	NA[c]
Venezuela	No	14	Sí	-	-	Sí	(2)
Panamá	Sí	7	No	Sí	M	No	(6)
Costa Rica	No	9	No	-	No	Sí	(12)
México	Si	31	Sí	Sí	SM	Sí	(27)
Haití	Sí	4	Sí	Sí	No	Sí	(6)
República Dominicana	Sí	20	Sí	Sí	No	No se sabe	(17)
Cuba	Sí	12	Sí	Sí	S	Sí	(14)
Guyana	No	4	No	-	No	No	(1)

a La mayoría de estos programas fueron establecidos a mediados y a fines de la década de 1970.
b M = Meristemas, S = Semillas, E = Estacas.
c NA = No aplicable.

El principal beneficio del proyecto es la estabilidad en el mercado. La mayor fábrica de concentrados del área ha garantizado un precio mínimo para los trozos. Por lo tanto, los agricultores pueden alternar su producción entre los canales frescos y procesados a sabiendas de los rangos de precios que pueden esperar.

Después de tres años, se han establecido siete plantas en cuatro departamentos del norte de Colombia y se planean 20 más. Los agricultores están incrementando su área de producción, intensificando sus prácticas de manejo y evaluando variedades mejoradas. El Programa de Yuca del CIAT asistió al Programa de Desarrollo Rural Integrado de Colombia (DRI), el cual organizó y supervisa el proyecto. Ahora se han establecido instalaciones similares de secado en el nordeste de Brasil, en México y en Panamá.

Asistencia Regional

El CIAT ha jugado un papel fundamental en ayudar a establecer programas de yuca en muchos países. El Cuadro 3 muestra cómo el Programa de Yuca ha participado en la asistencia o en el establecimiento de programas nacionales a través de la capacitación, la distribución de germoplasma y la consultoría.

En 1983 el Programa de Yuca destacó un fitomejorador en Tailandia. Hasta hace unos cuantos años, la base de germoplasma en la región asiática era extremadamente estrecha. Con movimiento acelerado del mismo hacia y dentro de los países, este científico está ayudando a los programas nacionales a evaluar nuevos materiales y a capacitar personal, especialmente en los métodos relacionados con el fitomejoramiento de la yuca.

Actividades de Capacitación

La capacitación que lleva a cabo el Programa de Yuca ha evolucionado a medida que las necesidades de su clientela de programas nacionales han cambiado. Durante los últimos ocho años, el programa ha ayudado a capacitar a 365 profesionales de 37 países. En los primeros años del programa, una capacitación disciplinaria por períodos largos (hasta un año o más) era lo común. El objetivo en esa etapa era proporcionar un sólido conocimiento general sobre yuca. Muchos de los becarios que regresaban a sus países se convirtieron en personal clave de los nuevos programas.

El énfasis fue gradualmente trasladado hacia una capacitación a término más corto que cubriera todos los aspectos de la producción de yuca; con frecuencia esto era seguido de alguna capacitación disciplinaria con la idea de que los becarios regresaran a unirse a un equipo multidisciplinario en su país de origen.

A medida que los programas se fortalecieron, se capacitó más personal a niveles de posgrado para asumir responsabilidades de investigación. Más recientemente, ha aumentado la capacitación de técnicos para labores especializadas. Los tópicos pueden incluir técnicas de propagación rápida, manejo de cultivos por meristemas y procedimientos de control biológico para crianza y liberación de enemigos naturales de plagas de yuca.

Desde 1980 el Programa de Yuca también ha asistido en 10 cursos de capacitación en seis países.

Programa de Pastos Tropicales

Durante los últimos siete años el Programa de Pastos Tropicales ha avanzado considerablemente en el cumplimiento de sus objetivos internacionales. El Programa ha pasado por una reorganización funcional hasta convertirse en un grupo multidisciplinario que trabaja en el desarrollo de germoplasma para los suelos ácidos e infértiles de América Latina. Su objetivo a largo plazo es incrementar la producción de carne y leche en el área al proporcionar nuevas opciones en pasturas persistentes y nutritivas adaptadas a una variedad de ecosistemas y sistemas de cultivo. Entre los principales resultados de la investigación del Programa se cuentan los estudios para definir los anteriores sistemas, la amplia expansión de la base disponible de germoplasma forrajero, el elevado potencial de productividad animal de las nuevas pasturas y el establecimiento de una red internacional de evaluaciones a varios niveles en cada ecosistema. Con base en estos logros se está evaluando y liberando germoplasma seleccionado de pastos mejorados y de leguminosas para producción comercial en dos ecosistemas-objetivo.

Carne y Leche en América Latina

Los logros del Programa de Pastos Tropicales durante los últimos siete años reflejan un enfoque menor en los sistemas de producción de ganado y mayor en el desarrollo y evaluación de germoplasma y pasturas en ecosistemas con suelos ácidos e infértiles. El Programa ha diseñado su estrategia actual con base en trabajo previo principalmente en los Llanos Orientales colombianos, el cual demostró que el principal limitante de la producción animal era la nutrición. Los pastos de las sabanas nativas carecen de los nutrimentos que proporcionen un satisfactorio crecimiento y desempeño animal.

La demanda de carne y leche ha crecido más que la oferta y ambos productos siguen siendo ingredientes importantes de la canasta familiar en Latinoamérica. La gente de todos los estratos económicos gasta una parte relativamente alta de sus ingresos en productos cárnicos y lácteos. La elasticidad-ingreso de la demanda es alta, lo cual indica que la gente gasta más en carne y leche a medida que sus ingresos aumentan.

La producción de leche en América Latina se concentra en la actualidad en las mejores tierras con alto potencial de cultivos, con frecuencia en altitudes de más de 1500 msnm. Las altas densidades de población y los usos alternos más rentables de la tierra están reduciendo la producción de leche y elevando sus precios.

La producción de carne con frecuencia está siendo trasladada a las extensas praderas nativas que en el mejor de los casos sólo poseen una calidad marginal para otros tipos de producción agrícola. Aunque el ganado se cría en los sistemas extensivos con poco riesgo económico, la producción también es muy baja. La producción media anual de carne por cabeza de ganado en inventario en América Latina tropical es cercana a 24 kilogramos, mientras que en las zonas templadas como Argentina, la producción alcanza el doble de esta cifra.

Identificación del Area de Interés

Cerca de la mitad de las tierras de América Latina están clasificadas como de baja fertilidad con condiciones de acidez del suelo y una intensidad y distribución variable de precipitación. Unos 300 millones de los 850 millones de hectáreas son sabanas y el resto son bosques. Los estudios para clasificar estas áreas más precisamente mostraron que los Oxisoles y Ultisoles ácidos e infértiles se

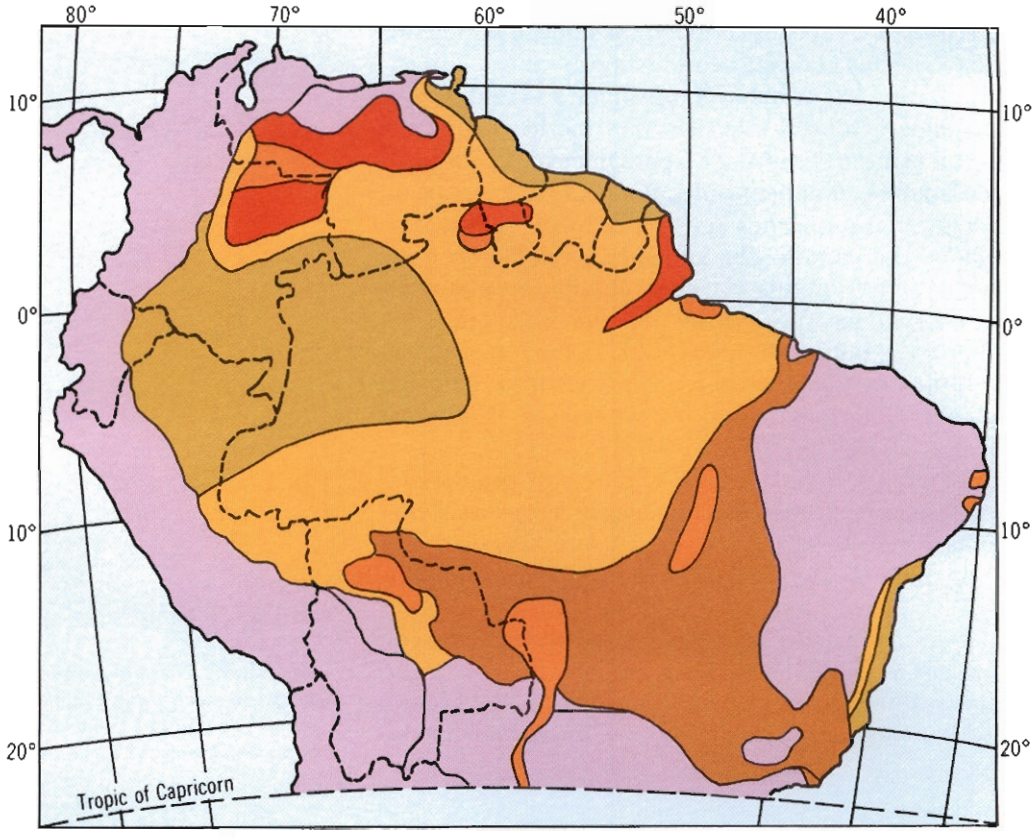
extienden desde el sur de México hasta el norte del Paraguay. Bolivia, Brasil, Colombia, Guadalupe, Guyana, Guyana Francesa, Jamaica, Martinica, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Venezuela tienen más del 40 por ciento de sus territorios con estas condiciones.

Para 1976 el CIAT se había comprometido a dedicarse a estos suelos ácidos e infértiles de América Latina. Se realizó un estudio comprensivo para determinar los principales factores climáticos que influenciaban los tipos de vegetación comprendidos por el territorio-objetivo. Los resultados del estudio climatológico permitieron a los científicos del Programa clasificar el área de interés en cinco ecosistemas principales. Se encontró que dos parámetros, el potencial de evapotranspiración total y la temperatura mensual de la estación lluviosa, eran los principales determinantes de la vegetación en el área-objetivo.

En la Figura 1 se muestran los límites de los ecosistemas. El Programa de Pastos Tropicales utiliza este sistema como base para localizar sus principales sitios de preselección y para la diferenciación y ensayo del germoplasma.

El Programa hizo un segundo estudio en los Llanos de Colombia y Venezuela y en los Cerrados de Brasil junto con los estudios de los sistemas de tierras. Esto permitió entender mejor las clases de explotación agrícola comu-

La leguminosa *Pueraria phaseoloides* permanece verde y proporciona proteína aun en la estación seca en los Llanos colombianos



Sabanas bien drenadas isohipertérmicas (principalmente los Llanos); TWPE entre 901 y 1060 mm; 6-8 meses de estación lluviosa, WSMT ≥ 23.5°C.

Sabanas isotermicas bien drenadas (principalmente los Cerrados), TWPE entre 901 y 1060 mm, 6-8 meses de estación lluviosa; WSMT ≥ 23 5°C

Bosques tropicales estacionales semisiempreverdes, TWPE entre 1061 y 1300 mm, 8-9 meses de estación lluviosa, WSMT ≥ 23 5°C.

Bosque lluvioso tropical, TWPE ≥ 1300 mm; más de 9 meses de estación lluviosa; WSMT ≥ 23 5°C.

Sabana con drenaje pobre; varios conjuntos de ambientes y condiciones edáficas en todas las tierras bajas de América tropical

Figura 1. *Linderos de los ecosistemas definidos para el área-objetivo del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.*

nes en el área-objetivo y los sistemas de pasturas que se necesitan para incrementar la productividad animal en forma más eficiente.

Además de unas infraestructuras rurales generalmente mejores en Brasil y Venezuela, muchos ganaderos en estos países tenían hasta un 30 por ciento de su área en pasturas sembradas y era común algún cultivo. Un alto porcentaje del ganado en Venezuela era ordeñado en algún momento. Los hatos en los tres países contenían un alto número de novillas de remplazo, indicando que la vida productiva de las vacas era corta y que se necesitaba urgentemente una nueva tecnología.

Enfoque de la Investigación dentro de los Ecosistemas

El Programa de Pastos Tropicales ha concentrado sus esfuerzos en dos ecosistemas representados por los Llanos de Colombia y Venezuela (las sabanas isohipertérmicas bien drenadas) y los Cerrados de Brasil (las sabanas isotérmicas bien drenadas). Los científicos del CIAT y de los respectivos programas nacionales trabajan juntos en un sitio principal en cada ecosistema en actividades organizadas entre tres grupos funcionales—desarrollo y evaluación de germoplasma; desarrollo y evaluación de pasturas, y evaluación de pasturas en los sistemas de producción. Además, una red internacional de evaluación de pasturas opera en todos los ecosistemas-objetivo.

Llanos. El primer sitio de investigación para el ecosistema de los Llanos es Carimagua, Colombia, en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), donde el personal del Instituto Colombiano Agropecuario y del CIAT hacen los experimentos.

Cerrados. El CIAT se integró a un programa cooperativo de investigación de pasturas con el Centro de Investigaciones Agropecuarias de los Cerrados (CPAC) de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), en 1977. Tres científicos del CIAT fueron destacados en este centro en Planaltina para trabajar con colegas brasileños. En 1983 el personal del CIAT fue reducido a un agrónomo y a un edafólogo, éste último financiado por EMBRAPA y bajo la administración del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Red de Evaluación de Pasturas. Los representantes de los programas nacionales de pastos se reunieron en un taller en el CIAT en 1977 y acordaron formar una Red Interna-

Muchos ensayos regionales de la red de pastos, como este ER-A en Calabacito, Panamá, son manejados por ex-becarios del CIAT.

cional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) como un mecanismo para aprovechar los recursos del banco de germoplasma del CIAT y de los programas nacionales en la región de la manera más eficiente posible. Otro objetivo importante es asistir en el estudio de los rangos de adaptación del germoplasma de pastos y leguminosas en los trópicos bajos de Suramérica.

La red de evaluación consiste de cuatro niveles de ensayos (ER-A hasta ER-D), y cada serie se ensaya en cada uno de los cinco ecosistemas-objetivo. Las actividades de la red son compartidas por partes iguales entre los programas nacionales y el CIAT, y todos sus miembros reciben datos sobre los resultados de las pruebas y otras informaciones. El CIAT hace las veces de patrocinador en consulta con el comité asesor de la red integrado por los líderes de los programas nacionales de pastos.

Los ensayos ER-A buscan evaluar la adaptación de aproximadamente 100 a 150 entradas en unos cuantos sitios altamente representativos de cada ecosistema. Los ER-B miden la productividad estacional de materia seca de unas 20 ó 30 entradas promisorias seleccionadas de los ensayos A. Los ensayos B se hacen en subecosistemas de los principales ecosistemas. Tanto unos como otros emplean metodologías de ensayo uniformes.

Los ER-C buscan evaluar un número reducido (10) de accesiones de mezclas de pastos/leguminosas bajo pas-

toreo en parcelas pequeñas. Los objetivos son medir la productividad y la persistencia de los componentes en la pastura bajo diferentes esquemas de manejo e intensidades de pastoreo. Estos ensayos tienen diversos diseños y son establecidos sólamente en unas cuantas localidades pues la mayor parte de la información obtenida puede ser extrapolada para armar rápidamente el diseño de los ensayos más avanzados y grandes, los del nivel D.

Los ER-D sopesan la productividad de la pastura en términos de ganancias de peso del animal y persistencia de la pastura. Estos se llevan a cabo en tantas localidades como sea posible, pero cada uno es diseñado independientemente para ensayar la nueva pastura dentro de los sistemas corrientes de manejo.

Los programas de pastos de 17 países de América Latina y el Caribe han participado estableciendo ensayos. Hacia fines de 1983 los ensayos aún vigentes incluían 25 ER-A, 65 ER-B, 8 ER-C y 9 ER-D dentro de los cinco ecosistemas.

Desarrollo y Evaluación de Germoplasma

El Programa de Pastos Tropicales ha avanzado significativamente en la recolección y evaluación de germoplasma, especialmente de leguminosas nativas de las sabanas ácidas e infértiles de América Latina. Entre 1977 y fines de 1983, el Programa había casi cuadruplicado su colección de germoplasma, de 3037 a 11,291 accesiones. Casi un 90 por ciento de la colección corresponde a leguminosas, la mayoría de América tropical. La duplicación del porcentaje de recolección de germoplasma en forma cooperativa en comparación con la recolección por el CIAT sólo indica que hay creciente integración e interés por parte de los programas nacionales en las actividades de germoplasma forrajero.

El Cuadro 1 muestra cómo la base de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales ha evolucionado entre 1977 y 1983. Esta lista no contiene especies tropicales tradicionales bien conocidas agronómicamente—con excepción de *Pueraria phaseoloides* y, dentro del complejo de *Brachiaria*, *B. decumbens*—sino más bien consiste de materiales nuevos, todavía no domesticados. Este es uno de los logros fundamentales del Programa, e ilustra su papel pionero en el desarrollo de una tecnología de bajos insumos basada en germoplasma.

Evaluación en ecosistemas. Las nuevas accesiones de forrajes que entran a la colección del Programa pasan por

Cuadro 1. **Evaluación de la base de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales entre 1977 y 1983, de acuerdo con los inventarios de especies claves en la colección.**

Especies	No de Accesiones 1977	1983
LEGUMINOSAS		
Stylosanthes capitata	45	266
Stylosanthes guianensis "tardío"	33	194
*Stylosanthes macrocephala**	4	159
*Centrosema brasilianum**	4	129
*Centrosema macrocarpum**	3	102
Centrosema sp.n.*	2	11
Desmodium ovalifolium	1	84
Pueraria phaseoloides	11	76
Zornia sp. (tipo CIAT 7847)	-	21
TOTAL accesiones de leguminosas	103	1021
PASTOS.		
Andropogon gayanus	5	66
Brachiaria spp *	24	197
TOTAL accesiones de pastos	29	263

* Indica que ninguna accesión de esta especie había avanzado a la Categoría III o superior en 1977.

una serie de evaluaciones cada vez más rigurosas para medir su adaptación a las condiciones edáficas y bióticas de los ecosistemas de los Llanos y de los Cerrados. Este esquema para evaluar germoplasma dentro de categorías se resume en la Figura 2.

Además de las evaluaciones en las localidades dentro de los ecosistemas, se cultivan nuevas accesiones en la subestación de Santander de Quilichao, un sitio de suelos ácidos ubicado al sur de Cali, Colombia. El Programa utiliza esta localidad para la identificación, mantenimiento, multiplicación temprana de semillas y caracterización inicial de materiales. Las evaluaciones de materiales en la Categoría III también se llevan a cabo aquí, al igual que en las localidades de los principales ecosistemas.

Adaptación a suelos. Uno de los primeros determinantes acerca de cómo se comportan agronómicamente las nuevas accesiones forrajeras es su adaptación a los suelos pobres en los ecosistemas-objetivo. Entre las características químicas importantes de los suelos de los Llanos y los Cerrados están su alta acidez, altos niveles de aluminio y

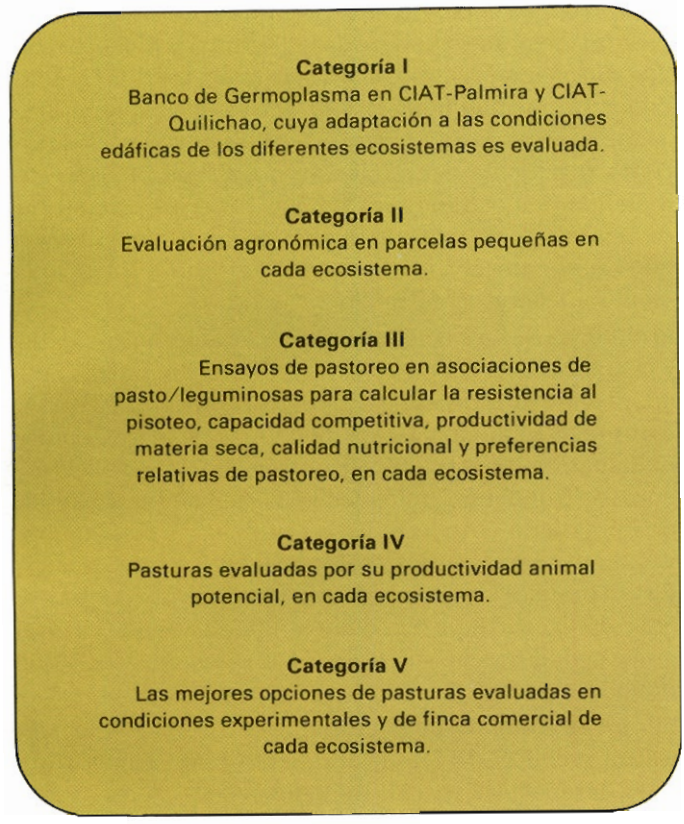


Figura 2. *Métodos de evaluación de germoplasma en el Programa de Pastos Tropicales.*

bajos niveles disponibles de nutrimentos vegetales, especialmente fósforo.

Cuando el Programa empezó su descentralización extensiva en 1977 no se habían determinado los requerimientos de nutrimentos para el germoplasma existente. Desde entonces los estudios han hecho que se descarten varias especies de las listas de material promisorio, debido a su falta de adaptación a las condiciones edáficas.

Al mismo tiempo se han recolectado nuevos materiales, especialmente de suelos ácidos e infértiles, de manera que las accesiones más nuevas y promisorias generalmente están bien adaptadas a las condiciones del suelo en por lo menos uno de los dos principales ecosistemas. Esta adaptación incluye bajos requerimientos externos de nutrimentos y, en consecuencia, sólo se necesitan pequeñas cantidades de fertilizantes para establecer las leguminosas y pastos más promisorios.

Microbiología del suelo. Se espera que la leguminosa en la pastura mejorada leguminosa/pasto utilice *Rhizobia* para fijar nitrógeno y dar nutrición al ganado. Ciertos estudios en los Llanos han demostrado que es posible identificar cepas superiores de *Rhizobia* de muestras de suelos para la inoculación de algunas leguminosas. Los mismos estudios han demostrado que algunas especies promisorias de leguminosas aparentemente nodulan efectivamente con cepas nativas y, por lo tanto, no responden a inoculaciones adicionales del suelo.

Problemas de enfermedades y plagas. Las enfermedades y las plagas son los principales factores limitativos de la adaptación de forrajes en cada ecosistema. Una vigilancia contínua y sistemática de la incidencia de plagas y enfermedades en los principales sitios de preselección y ensayo regional en todos los ecosistemas ha permitido que el Programa detecte varios problemas bióticos previamente no registrados y calcule su importancia relativa. Los materiales de germoplasma que entran a etapas de ensayo avanzadas ya han demostrado su adaptación a las enfermedades e insectos frecuentes en un ecosistema dado.

Fitomejoramiento de leguminosas. El Programa sólo utiliza técnicas de fitomejoramiento hasta cierto grado para desarrollar especies mejoradas de forrajes. Un proyecto importante, sin embargo, es aquel que busca combinar las características de tolerancia a la antracnosis y alto rendimiento de semillas que ocurren separadamente en tipos "tardío" y comunes de *Stylosanthes guianensis*. Se han establecido las primeras series de cruces F_2 para su evaluación tanto en Carimagua como en Brasilia.

La presión de las enfermedades es fuerte en todos los ecosistemas de pasturas tropicales. Este ensayo de preselección por resistencia a la antracnosis de *Stylosanthes guianensis* demuestra claramente que pocos materiales pueden sobrevivir.

El Cuadro 2 muestra los materiales que el Programa de Pastos Tropicales y los programas nacionales consideran ahora como los más promisorios en cada uno de los dos ecosistemas principales. Las accesiones allí enumeradas han pasado exitosamente las evaluaciones agronómicas en uno o ambos ecosistemas y ahora están en ensayos de pastoreo.

Desarrollo de Pasturas

A medida que el nuevo germoplasma forrajero avanza a través de las primeras evaluaciones, se deben responder preguntas acerca de la compatibilidad de las combinaciones pasto/leguminosa. El grupo de desarrollo de pasturas lleva a cabo estudios de compatibilidad agronómica

Cuadro 2. **Especies forrajeras promisorias de la colección de germoplasma del Programa de Pastos Tropicales nominadas para Categoría III o bajo ensayos de pastoreo (Categorías IV y V) en dos ecosistemas (1983).**

	Llanos		Cerrados	
	Categoría		Categoría	
	III	IV/V	III	IV/V
Leguminosas:				
Arachis pintoi	1	-	-	-
Centrosema brasilianum	-	1	1	-
Centrosema macrocarpum	1	1	5	-
Centrosema sp. n	3	-	1	-
Desmodium canum	1	-	-	-
Desmodium heterocarpum	1	-	-	-
Desmodium ovalifolium	3	-	-	-
Pueraria phaseoloides	-	1	-	-
Stylosanthes guianensis "tardío"	7	-	7	1
Stylosanthes capitata	5	5	2	2
Stylosanthes leiocarpa	1	-	-	-
Stylosanthes macrocephala	4	1	5	1
Zornia brasiliensis	1	-	5	-
Zornia sp. (tipo CIAT 7847)	1	-	1	-
Total accesiones de leguminosas	29	9	27	4
Pastos:				
Andropogon gayanus	3	1	-	1
Brachiaria brizantha	4	-	3	-
Brachiaria dictyoneura	1	1	-	-
Brachiaria humidicola	-	1	-	-
Brachiaria ruziziensis	1	-	-	-
Panicum maximum	-	-	3	-
Total accesiones de pastos	9	3	6	1

y selectividad animal que buscan responder estas preguntas. Los resultados permiten a los científicos diseñar estrategias para mantener combinaciones balanceadas de forrajes para determinados objetivos en cada ecosistema.

A guisa de ejemplo, la leguminosa *Desmodium ovalifolium* tiene una buena compatibilidad con pastos más agresivos como *Brachiaria humidicola*. *Stylosanthes capitata* es aceptada en asociación con el pasto *Andropogon gayanus*, pero *D. ovalifolium* y *S. guianensis* "tardío" tienen baja aceptabilidad en relación con este pasto y *Zornia brasiliensis* es completamente rechazada por él. Las leguminosas que no son consumidas de inmediato son buenas candidatas para sistemas de pastoreo bajo fuerte estrés de sequía.

Carimagua. El grupo de desarrollo de pastos también ha observado de cerca los medios satisfactorios y económicos de establecer pasturas mejoradas en las sabanas nativas de este ecosistema. En Carimagua, *A. gayanus*, *B. humidicola*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* han sido establecidos exitosamente utilizando prácticas de labranza mínima. Métodos de siembra alternos, tales como la siembra en surcos o la siembra de franjas, han demostrado su eficiencia en reducir los requerimientos de semillas, aumentar la eficiencia de los fertilizantes y permitir un establecimiento inicial rápido de los pastos y las leguminosas.

También en Carimagua grandes porciones de la sabana existente están siendo remplazadas con éxito por combinaciones de leguminosas/pastos mejorados. Se labra, fertiliza y siembra un veinte por ciento de una pastura en franjas de 0.5, 2.5 ó 5.0 metros de ancho, con la combinación pasto/leguminosa y se espera que ésta invada la sabana colindante. Cada año se fertiliza otro 20 por ciento de la sabana para promover la expansión de las especies mejoradas. Después de tres años, todos los tratamientos, excepto las franjas de 5.0 metros de *D. ovalifolium*, han cubierto por lo menos un 60 por ciento del área total. Las tasas de carga animal han sido de 1.0 a 1.5 an/ha y las ganancias de peso vivo han sido buenas. Además, los animales consumen mayores cantidades de sabana nativa no quemada debido a las leguminosas en sus dietas.

Los datos de cuatro años de ensayos de pastoreo en Carimagua indicaron que especies de pasturas mejoradas y los planes de manejo mejorado relacionados ofrecen

Cuadro 3. **Productividad media durante cuatro años de pasturas mejoradas en términos de ganancia en peso de novillos jóvenes (Carimagua).**

Tratamiento	Ganancia en peso vivo por año (kg)	
	Por animal	Por hectárea
Pastura nativa:		
Sabana + quema	75	15
Pastoreo suplementario de leguminosas.		
Sabana + banco de *Pueraria phaseoloides*	101	51
Pasturas con pastos mejorados.		
Brachiaria decumbens	145	250
Andropogon gayanus	120	268
Asociaciones de pasto y leguminosas:		
B. decumbens +		
Franjas de *P. phaseoloides*	183	294
A. gayanus + *P. phaseoloides*	182	308
A. gayanus + *Stylosanthes capitata*	193	320

métodos alternativos para incrementar la producción animal (Cuadro 3). Las pasturas mejoradas de combinaciones pasto/leguminosa han producido regularmente ganancias cerca de un 30 por ciento más altas por animal y 15 por ciento más altas por hectárea que los pastos solos, con los mayores beneficios durante la estación seca.

Los planes de manejo desarrollados por los científicos del Programa incluyen fertilización de mantenimiento, tasas de carga ajustadas y sistemas de pastoreo para asegurar la persistencia de las especies de pasturas seleccionadas. Las muy productivas asociaciones de *B. decumbens* y *P. phaseoloides* indican cómo una buena persistencia puede sostener las ganancias de peso vivo a través de los años (Figura 3).

Uno de los objetivos de la creación de sistemas de pasturas basados en leguminosas es proporcionar una dieta más nutritiva para el ganado. El éxito de esta estrategia se muestra en el Cuadro 4, donde la calidad y la cantidad de una pastura mixta ha sido suficiente para sostener ganancias de peso vivo durante la estación seca. Esto ha sido imposible con pasturas de pasto solo, con las cargas usuales. También se ha documentado el reciclamiento de nitrógeno por la leguminosa por un contenido mayor de proteína en el pasto y en la dieta total, especialmente durante la estación lluviosa.

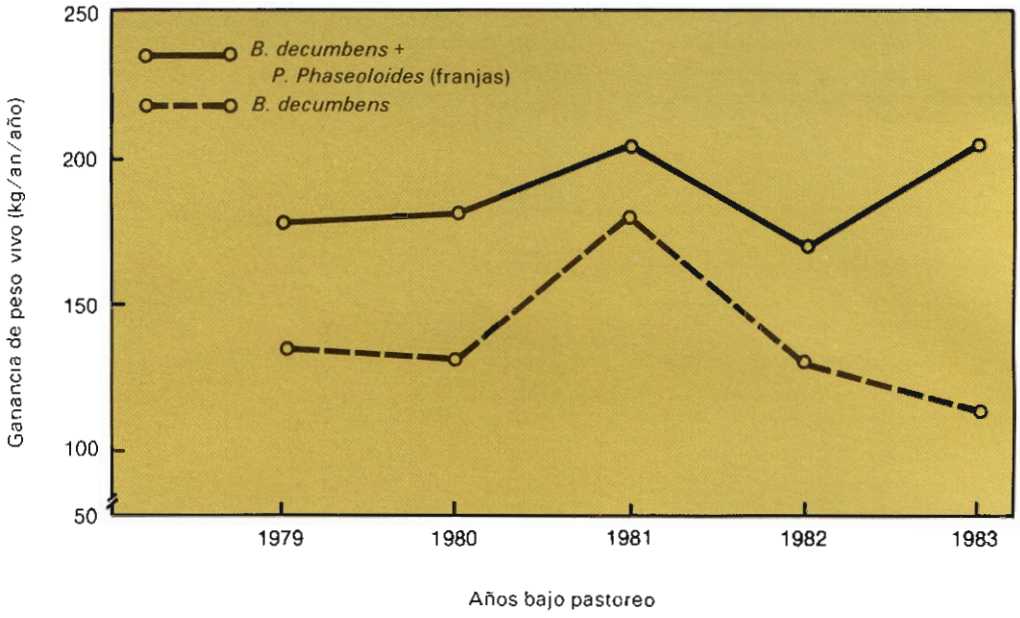


Figura 3. *Productividad contra el tiempo de* Brachiaria decumbes *sola y con una leguminosa (Carimagua).*

Cerrados. La región de los Cerrados de Brasil contiene áreas extensas de pasturas degradadas con base en especies de *Brachiaria*. La falta de nitrógeno disponible es un factor significativo que contribuye a la declinación de las especies de pastos, así que se han desarrollado métodos para sembrar leguminosas promisorias en medio de pasturas degradadas. La producción total de forraje resultante es más del doble mientras la proteína cruda disponible también se incrementa, especialmente durante la estación seca. Esta tecnología tendrá un impacto creciente a medida que se continúan seleccionando leguminosas mejoradas.

Se completaron dos años de evaluaciones agronómicas en 1983 con ocho leguminosas forrajeras promisorias pastadas en parcelas pequeñas. Todas las leguminosas son asociadas con *A. gayanus* cv. Planaltina. Aquellas que mostraron la mayor promesa indicada por la selección de los animales y los balances pasto/leguminosa en parcelas durante las estaciones seca y lluviosa incluyen *S. macrocephala* CIAT 2039 y 2053, *Z. latifolia* CIAT 728 y los dos controles, *S. macrocephala* cv. Pioneiro y CIAT 10138.

A mediados de 1983 se iniciaron ensayos de pastoreo en gran escala en sistemas de pasturas. Las selecciones altamente promisorias para el ecosistema de los Cerrados

Cuadro 4. **Relación entre la calidad del pasto en oferta y dieta seleccionada con cambios en el peso vivo de animales pastando *A. gayanus* solo y en asociación con *S. capitata* (Carimagua).**

Pastura	Estación	Contenido de Proteína Pasto (hoja) %	Dieta %	Leguminosa en la dieta %	Cambios en peso vivo g/an/día
A. gayanus	Seca	4 7	4 9	-	- 36
	Lluviosa	6 4	8 5	-	+454
A gayanus +	Seca	5.1	6 3	17 1	+147
S capitata	Lluviosa	8.2	10.1	4.3	+666

incluyen *S. guianensis* cv. Bandeirante, *S. capitata* CIAT 1019 y 1097 y *S. macrocephala* cv. Pioneiro; todas están siendo evaluadas en asociación con *A. gayanus* cv. Planaltina para medir la productividad animal y la persistencia de la pastura.

Sistemas de Pasturas y Producción Animal

Se han diseñado y llevado a cabo varios experimentos para ayudar a definir las tecnologías presentes y futuras para la producción animal. De especial interés es la comprensión de cómo las especies de pastos mejorados encajan dentro de los sistemas de producción en términos de productividad animal y resultados económicos.

Carimagua. Un experimento de sistemas de hatos llevado a cabo en Carimagua a principios de la década de 1970 destacó la necesidad de una mejor nutrición del ganado que se levanta en las sabanas ácidas e infértiles de Colombia. Este proyecto demostró que la nutrición era el principal factor limitativo de la productividad del ganado y la eficiencia reproductiva.

A fines de los 70 se inició un segundo proyecto de sistemas de hatos en Carimagua, después de que el Programa empezó a seleccionar especies de pasturas mejoradas. Un descubrimiento clave fue la importancia del uso estratégico de las pasturas (10% de la pastura total sembrada con pastos y leguminosas mejoradas) para las vacas en las últimas etapas de la preñez y para vacas lactantes durante la estación de apareamiento. Estas tuvieron tasas de reconcepción siginificativamente mayores y los intervalos entre los terneros disminuyeron, sin importar el peso posparto de la vaca. Su tasa de mortalidad también fue menor en las pasturas mejoradas en comparación con la de la sabana nativa. Un tercer proyecto sobre los siste-

El proyecto de sistemas de hatos en Carimagua proporciona datos valiosos sobre muchas medidas de productividad animal con pasturas mejoradas.

mas se inició en Carimagua en 1982, el cual utiliza pequeñas áreas de pasturas mejoradas que consisten de asociaciones de *A. gayanus/P. phaseoloides* y *B. humidicola/D. ovalifolium* como un suplemento estratégico de la sabana nativa. Los animales y las pasturas están en dos niveles de manejo, y se está recopilando información sobre el comportamiento agronómico de la pastura al igual que sobre la productividad y el estado nutricional del animal.

También se está realizando un conjunto de pruebas en siete fincas de los Llanos colombianos con el propósito de determinar qué influencias tienen las pasturas mejoradas y su manejo sobre la productividad del hato y sobre categorías específicas de animales.

Las cifras de una de las fincas, que tiene un 5.5 por ciento de su área sembrada de asociaciones de *A. gayanus/S. capitata* y de *B. decumbens/D. ovalifolium*, indican que las tasas internas de retorno varían de 19 a 35 por ciento, de acuerdo con los supuestos que se hagan acerca de la persistencia de la pastura. Las nuevas áreas de pastura de esta finca son utilizadas por vacas lactantes para incrementar sus tasas de reconcepción y aumentar el peso de los terneros destetos

Las cifras de producción después de cuatro años son consideradas muy preliminares pues la composición de los hatos y la calidad de éstos continúa mejorando debido a la selección y a la entrada de mejores animales al hato de reproducción. Algunas cifras seleccionadas muestran

aumentos del 29 por ciento en peso de las vacas, 14 por ciento en tasas de destete, 49 por ciento en peso de los destetos y 85 por ciento en unidad de carga animal por hectárea.

Los economistas del Programa han realizado análisis ex-post para tener alguna idea de la rentabilidad de los nuevos sistemas de pasturas en las condiciones de los Llanos. Utilizando una persistencia de pastura estimada en seis años, gastos de fertilización de mantenimiento cada dos años y resultados experimentales de ganancias de peso obtenidas en Carimagua, las tasas de retorno total del capital (excluyendo el costo de la tierra) se calculan entre 17 y 24 por ciento, dependiendo de la especie que se haya sembrado.

Datos más recientes indican que se podría requerir menos fertilización en los sistemas debido al uso de técnicas de establecimiento mejoradas y mineralización del suelo. Hay poca información sobre la persistencia, aunque se sabe que *B. decumbens* se mantiene bien al menos por diez años con el manejo acostumbrado en el área. Si se utiliza un período de persistencia de cuatro a cinco años para la leguminosa e indefinido para el pasto, es posible que los ganaderos continúen convirtiendo más sabanas en pasturas leguminosa/pasto. Como sólo bajos porcentajes de las fincas tienen pasturas mejoradas, el establecimiento posiblemente será más rentable que el restablecimiento de la leguminosa en las praderas de pastos.

Cerrados. Simultáneamente con el segundo en Carimagua, se llevó a cabo un proyecto de sistemas de hato en el CPAC. Se demostró que un manejo de destete prematuro junto con las pasturas mejoradas puede incrementar significativamente el desempeño reproductivo de las vacas. El ganado pastó en una pastura mejorada durante estaciones de reproducción de 90 días, o bien en dos períodos de 45 días. Aquellas que destetaban terneros a los tres meses y con estación de reproducción de 90 días producían una cosecha anual de terneros de 83 por ciento en comparación con 66 por ciento para las vacas que lactan por cinco meses. La capacidad de reproducción de las novillas que tuvieron su primer ternero es afectada fuertemente por el estrés de la lactancia. La eficiencia de la reproducción aumentó de 36 a 78 por ciento o más, cuando los terneros fueron destetados a los tres meses, en comparación con cinco meses, cuando las vacas jóvenes pastaban en pasturas mejoradas.

Los terneros destetados prematuramente se desempeñaron satisfactoriamente en pasturas de alta calidad basadas en leguminosas. La ventaja temporal en la ganancia por parte de los terneros que recibieron suplementos de maíz molido los primeros 90 días después del destete desapareció cuando llegaron al año de edad.

Liberación de Nuevas Especies de Pasturas

Varias especies forrajeras nuevas se encuentran en proceso de ser liberadas y ofrecidas a los ganaderos en los trópicos latinoamericanos.

Andropogon gayanus (CIAT 621) fue introducida del Africa a la colección de germoplasma del CIAT en 1973. Este pasto de tipo macollado demostró su productividad y su gran adaptación a los altos niveles de aluminio, baja fertilidad y acidez del suelo. También posee otras características importantes, incluyendo su tolerancia a las plagas y las enfermedades, alta tolerancia a la sequía y al fuego, alta producción de semilla y buena compatibilidad con leguminosas.

La investigación exitosa sobre la producción de semillas de especies forrajeras que antes no eran cultivadas en gran escala ha contribuido mucho a la evaluación y diseminación de materiales de pasturas mejoradas.

En 1980 este pasto fue liberado en Colombia por el ICA como cv Carimagua 1 y en Brasil por el CPAC/EMBRAPA como cv Planaltina. Dos años más tarde INIPA, del Perú, lo liberó como cv San Martín y en Venezuela FONAIAP lo liberó como cv Sabanero. Tres instituciones panameñas, IDIAP, BNP y la Universidad de Panamá, lo liberaron como el pasto Veranero en 1983.

Un sondeo sobre la adopción del nuevo pasto entre los ganaderos de los Llanos colombianos mostró una rápida expansión del área cultivada. Las principales razones que se dieron fueron su desempeño durante la estación seca, buen crecimiento en suelos muy pobres y la resistencia al salivazo. Esta última característica es muy importante en el Cerrado, donde el pasto más popular, *B. decumbens*, es altamente susceptible.

En 1983 el ICA de Colombia liberó una mezcla de cinco líneas de la leguminosa *S. capitata* con el nombre de Capica. Estos materiales fueron recolectados entre 1975 y 1977 en los Cerrados brasileños por el Programa.

Otro material de los Cerrados, *S. guianensis* CIAT 2243, está siendo liberado en Brasil con el nombre de Bandeirante. *S. macrocephala* CIAT 1281 también se encuentra en proceso de liberación con el nombre de Pioneiro. Ambas líneas muestran resistencia a la antracnosis, son buenas productoras de materia seca y son compatibles con pastos de macollas.

Capacitación

El Programa de Pastos Tropicales ha capacitado a 255 profesionales desde 1977 y muchos de éstos se han convertido en colaboradores en la red internacional de pastos. Sesenta y ocho por ciento (173 personas) han participado en cursos anuales intensivos, de 10 semanas de duración, que son seguidos típicamente de una fase de especialización de tres a cuatro semanas en la cual los individuos trabajan de cerca con los científicos principales del Programa.

También se ha hecho cierto énfasis en la promoción de los estudios de posgrado para capacitar a los investigadores de pastos. El Programa ha asistido en la capacitación de 13 candidatos a doctorado y 19 candidatos a maestría desde 1977.

Otras Actividades que Contribuyen al Cumplimiento del Mandato Internacional del CIAT

Unidad de Semillas

Unidad de Apoyo en Comunicación e Información

Actividades de Capacitación y Conferencias

Unidad de Semillas

Desde su formación en 1979, la Unidad de Semillas ha desarrollado un intenso programa de capacitación apoyado por talleres y colaboración técnica para construir las bases de las redes de tecnología de semillas en América Latina. Estas redes ya se están haciendo presentes en apoyo a los programas de investigación del CIAT y de otros centros internacionales a los cuales facilitan la tarea de suministrar variedades mejoradas de cultivos dentro de la región.

La Unidad de Semillas fue organizada formalmente a principios de 1979 como un proyecto especial del CIAT financiado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo. La Unidad vino a satisfacer una necesidad crítica en la cadena de distribución de nuevo germoplasma mejorado para el usuario final en las fincas. Una gran mayoría de los países en América Latina carecían de políticas consistentes para el desarrollo de programas de semillas y, por lo tanto, los objetivos de la Unidad fueron encaminados hacia las actividades que contribuyeran a la creación de programas fuertes.

Capacitación y Conferencias

Capacitación. La capacitación ha sido la prioridad número uno de la Unidad de Semillas. Se ha proporcionado a través de varios canales aunque casi todas las 571

La capacitación en diversas fases de la tecnología de semillas está ayudando a que las organizaciones públicas y privadas transfieran germoplasma mejorado a los agricultores.

personas capacitadas entre 1979 y 1983, tanto del sector público como del privado, lo fueron en cursos intensivos cortos o en cursos sub-regionales y dentro de los países.

La Unidad ha ofrecido 11 cursos cortos en el CIAT con una asistencia de 312 personas. Se ofreció un curso en inglés para participantes del Caribe. Todos los participantes en estos cursos, menos seis, provinieron de 25 países en América Latina y el Caribe, representando a 111 organizaciones públicas y privadas.

La Unidad de Semillas también ayudó en varias formas con 12 cursos sub-regionales y dentro de los países a los que asistieron 267 personas. La mayoría de estos cursos se ha realizado en América Central. El personal de la Unidad también presentó un módulo de una semana sobre tecnología de semillas dentro de dos cursos de producción de trigo y de maíz en el CIMMYT, en México. Ahora se han incorporado unas secciones similares sobre tecnología y producción de semillas a los cursos cortos de frijol y arroz en el CIAT.

Quince personas recibieron capacitación individualizada en servicio, y otras cuatro han finalizado proyectos de investigación para tesis de maestría dentro de la Unidad.

Conferencias. Se han hecho en CIAT cinco talleres con una participación total de 319 personas que representaban a 157 organizaciones. La Unidad de Semillas también ha copatrocinado dos talleres regionales en América Central y asistió en otro para los países del Pacto Andino, el cual se realizó en el CIAT. La participación de tan numerosas organizaciones de la región ha forjado lazos que antes no existían entre el CIAT y los programas e industrias de semillas.

Colaboración Técnica

El personal de la Unidad de Semillas presta colaboración a través de visitas a casi todos los países de América Latina y del Caribe, al igual que a través de asistencia directa a programas, asociaciones e instituciones nacionales.

Las actividades en América Central han conducido a que se abra un apartado sobre semillas en las reuniones anuales del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimentarios (PCCMCA). La participación en este apartado ha sido excelente, y en

1983 se conformó la Asociación Regional de Tecnólogos de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe (ARTES) como vehículo para actividad continuada. Los esfuerzos cooperativos de la Unidad y del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) han resultado en la creación de un Consejo Asesor en Semillas y un Comité Técnico con representantes de toda la región.

El trabajo en la zona andina y en especial con la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) ha resultado en un acuerdo entre este grupo y el CIAT. Específicamente el JUNAC proporcionará apoyo para la capacitación en el CIAT durante dos años y la Unidad de Semillas organizará dos cursos especiales para la subregión.

En 1983 el CIAT firmó acuerdos colaborativos entre el *Centro de Estudos e Treinamento em Tecnologia de Sementes e Mudas* (CETREISEM), de Brasil, y la Universidad de Córdoba, en Argentina, para asistencia mutua en actividades de capacitación. La Unidad de Semillas también está trabajando con otras universidades en la región para apoyar la capacitación y la investigación.

Se le ha pedido a la Unidad asistir a la recientemente activada Asociación Latinoamericana de Expertos en Semillas (ALES), una agrupación de varias asociaciones de semillas. La Unidad formó el Comité de Enlace de Semillas para ayudar a fortalecer las actividades colaborativas en la

La Unidad de Semillas coopera con otros grupos del CIAT para producir y distribuir semilla básica de cultivos seleccionados que están siendo liberados por los programas nacionales.

región. Este grupo incluye a representantes de los programas de semillas en América Latina y de los cuatro centros internacionales de investigación agrícola que prestan servicio a esta región (CIAT, CIMMYT, CIP e ICRISAT).

Producción y Abastecimiento de Semillas

La creación de la Unidad de Semillas y el desarrollo de sus instalaciones físicas les han dado a los programas del CIAT y a los programas nacionales de la región una capacidad adicional para suministrar semilla básica de materiales promisorios y de variedades que están siendo liberadas. Estas facilidades incluyen laboratorios y equipos para ensayos de control de calidad, secado, acondicionamiento y almacenamiento de semillas. Desde 1981 la Unidad ha cooperado con la Unidad de Operaciones de Campo y con los programas del CIAT para producir y despachar 152 toneladas de semilla básica de frijol, arroz y especies selectas de pastos tropicales a 16 países de la región.

Investigación y Desarrollo

Aunque la Unidad de Semillas no ha prestado mayor atención a la investigación, los resultados de ciertos proyectos de tesis han proporcionado valiosos conocimientos sobre calidad de las semillas en especies selectas de pasturas y en interacciones ambiente-variedad de los caracteres que se utilizan para describir variedades de arroz y frijol. Un cuarto proyecto exploró la economía del acondicionamiento de semillas y proporcionó información importante para las empresas semillistas.

Ha existido una cooperación de primer orden con la Universidad Estatal de Mississippi, en contrato bilateral con la USAID. Para ayudar en la capacitación y en las actividades colaborativas, la Unidad de Semillas también se ha valido de los servicios de especialistas en semillas del sector público y privado de la región. Algunos científicos visitantes y consultores también han asistido a la Unidad en la adaptación de tecnología existente en las zonas templadas para las condiciones y problemas de la región.

Impacto en los Sectores Público y Privado

El principal impacto de las actividades de la Unidad de Semillas ha sido ayudar a la formación de redes de enti-

dades interesadas en América Latina. Estas redes involucran ahora a los programas nacionales y asociaciones semillistas, universidades con cursos en tecnología de semillas y organizaciones subregionales.

Las metas y estrategias de los programas nacionales están más claramente definidas en algunos países. Entre 21 directivos de programas nacionales de semillas entrevistados durante un taller, 15 de los 17 que indicaron progresos en sus programas dijeron que la Unidad de Semillas había contribuído a ese progreso. Individualmente muchos tecnólogos de semillas han avanzado profesionalmente debido a su participación en las actividades de la Unidad.

En toda la región el trabajo de la Unidad, que ayuda a los programas y empresas a implantar sistemas de control de calidad mejorados y una mayor uniformidad en las normas de calidad de las semillas, tendrá un impacto positivo creciente en el movimiento y la adopción de nuevas variedades que se originan en los programas nacionales o en los centros internacionales. Algunos países y organizaciones también están prestando mayor atención al mejoramiento de las semillas para los pequeños agricultores. El impacto final de la Unidad se hará evidente en la medida en que se acelere el uso de semillas mejoradas de mejores variedades.

Unidad de Apoyo en Comunicación e Información

La Unidad de Apoyo en Comunicación e Información produce una amplia gama de materiales informativos. La variedad y número de publicaciones y juegos de diapositivas para instrucción ha crecido constantemente desde 1977 a medida que se ha dirigido mayor apoyo a las redes de colaboradores del Centro. La Unidad también continúa produciendo materiales de alta calidad para audiencias de fuera de las redes y presta apoyo a la investigación y a las actividades de capacitación del CIAT por medio de estrategias de comunicación y con servicios de producción y de biblioteca.

Apoyo a las Redes

Centros de Información Especializada. Los centros de información sobre cultivos ofrecen servicio especializado a científicos y otros usuarios de tres redes—yuca, frijol y pastos tropicales. Estos centros básicamente buscan poner la información existente a disposición de aquellos que la necesitan. Cada centro de información contiene una base de datos de miles de documentos seleccionados cuidadosamente de la literatura mundial como los más útiles para los científicos de países tropicales que trabajan con el producto.Sobre cada producto se ofrecen recopilaciones de resúmenes analíticos de literatura relacionada con el tema y búsquedas retrospectivas en áreas específi-

cas de la base de datos. Cada base de datos incluye o espera incluir toda la información publicada sobre el respectivo producto.

Adicionalmente especialistas en información ofrecen servicios tales como búsqueda y respueta a preguntas hechas por suscriptores o los refieren a quienes pueden tener las respuestas, ya sea centros de información o científicos que trabajan en áreas relacionadas.

Anteriormente al período comprendido por este Informe CIAT, se establecieron dos centros de información sobre cultivos (yuca en 1972 y frijol en 1975); el centro de información sobre pastos tropicales empezó a operar en 1978. Hacia finales de 1983 los tres centros tenían 1295 suscriptores. El número total de documentos procesados y ofrecidos a los suscriptores totalizó más de 16,000.

Boletines de las Redes. Los boletines escritos y distribuídos periódicamente a los colaboradores de los programas de investigación y de la Unidad de Semillas son vehículos importantes para sintetizar y proporcionar información rápida sobre la investigación y las noticias de las redes. La mayoría de estos boletines han aparecido desde 1977 y hasta ahora se han distribuído 55 números.

Otras Publicaciones para las Redes. La Unidad también edita, publica y distribuye resultados de investigación e información para las redes de cultivos. Son ejemplos los informes anuales del Vivero Internacional de Adaptación y Rendimiento de Frijol y el Programa Internacional de Ensayos de Arroz al igual que los informes de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

Materiales de Capacitación. La Unidad de Apoyo en Comunicación e Información asiste en las actividades de capacitación del CIAT en varias formas. Para ellas ha producido 15 manuales y otras 89 publicaciones desde 1977.

Las unidades audiovisuales para instrucción representan otro producto importante de comunicación. Estas unidades autotutoriales consisten de un juego de diapositivas, un cassette y una guía de estudio impresa que contiene hojas de evaluación. Las unidades se usan en los cursos de capacitación tanto en el CIAT como en los programas nacionales de investigación, universidades agrícolas e incluso en algunas empresas comerciales. Hay 81 unidades en distribución y 19 más en producción. Se

han vendido más de 2600 juegos a 353 instituciones e individuos en 38 países.

Durante 1982 y 1983 el CIAT cooperó en un proyecto especial para capacitar personal de nueve centros nuevos establecidos para producir y utilizar unidades de instrucción audiovisual. Estos centros de Producción y Utilización de Materiales Audiovisuales (PUMA) tienen cada uno un juego de unidades producidas en el CIAT junto con el equipo para producir sus propios materiales. Uno de los PUMA ya está produciendo y ha terminado una unidad de instrucción audiovisual de muy alta calidad.

Apoyo a Otros Usuarios

Servicio de Páginas de Contenido. Uno de los canales más populares para otros públicos es el servicio de Páginas de Contenido que en la actualidad tiene 1559 suscriptores. Cada mes el suscriptor recibe una colección de páginas de contenido de 800 revistas científicas claves de las cuales puede seleccionar y pedir el o los artículos de interés en fotocopia.

Este servicio satisface una gran necesidad en muchos países en desarrollo donde los científicos no tienen fácil acceso a la información que se publica corrientemente. En los primeros ocho meses de 1983 se enviaron 6301 artículos a través de este servicio. Ocho bibliotecas agrícolas y un servicio nacional de información agrícola en América Latina han desarrollado sistemas similares al modelo del CIAT.

Publicaciones. Además de las publicaciones específicas para las redes ya mencionadas, la Unidad escribe, edita y publica varias otras piezas informativas. Estas van desde boletines e informes en lenguaje corriente como CIAT Internacional y el Informe CIAT hasta memorias de reuniones y conferencias y materiales más técnicos tales como los informes anuales de los programas, monografías y boletines técnicos. Los usuarios de estas publicaciones son los donantes del CIAT, científicos e instituciones de todo el mundo y el público en general.

Actividades de Capacitación y Conferencias

Las actividades de Capacitación Científica y Conferencias han ayudado a muchos países a desarrollar masas críticas de investigadores dentro de las áreas-objetivo de los programas del CIAT, de tal modo que se fortalezcan las capacidades de investigación de los programas nacionales. Estos profesionales han ayudado, a su vez, a la constitución de redes internacionales que están evaluando y seleccionando material genético con el fin de liberar variedades mejoradas.

Más de 2300 personas han recibido capacitacion en el CIAT desde 1969, 75 por ciento de éllas en los últimos siete años.

La Oficina de Capacitación Científica y Conferencias apoya directamente las redes de investigación y evaluación y la descentralización de actividades de los programas del CIAT. Su principal propósito es ayudar al personal de los programas nacionales a adquirir capacidad de liderazgo en la investigación colaborativa con otros programas y con el CIAT. Este objetivo se logra mediante capacitación dinámica diseñada especialmente para las necesidades tanto de los programas nacionales en sí como de los programas del CIAT. A través de conferencias la Oficina ayuda a los programas del CIAT a reforzar y mantener sus vínculos con los colaboradores en sus respectivas redes.

Trayectoria de la Descentralización de Capacitación

Las actividades de capacitación se han ido descentralizando desde 1976.Los programas y unidades del CIAT han asumido mayor responsabilidad en la conducción de su propia capacitación, y la Oficina de Capacitación Científica y Conferencias proporciona apoyo y coordinación centralizadas, liderazgo y relaciones complementarias con los programas nacionales y los donantes.

La capacitación del CIAT hizo énfasis en una estrategia de "cursos cortos" entre 1976-1980. La estrategia buscaba ayudar a los programas a desarrollar rápidamente una masa crítica de profesionales en los programas nacionales. Los objetivos específicos de la capacitación fueron hacer que estos colaboradores conocieran el plan de investigación del programa respectivo, el germoplasma que éste ofrecía, y las perspectivas existentes de trabajo cooperativo.

Cerca de 676 profesionales de 22 países y 36 instituciones nacionales se capacitaron en cursos intensivos en frijol, arroz, yuca y pastos tropicales durante ese período. Al mismo tiempo se continuó prestando atención a la capacitación de investigadores a través de internados en disciplinas específicas, en los cuales participaron 404 personas.

Habiendo alcanzado un máximo de 336 en 1979, el número total de becarios en el CIAT comenzó a declinar a medida que se redujeron las ofertas de cursos intensivos (Figura 1). Se dirigió un mayor énfasis a los internados de duración media (3 a 12 meses) como una forma de consolidar equipos de investigadores colaboradores en cada programa nacional.

Un creciente número de profesionales está siendo capacitado ahora por medio de cursos cortos regionales y otros dentro de los países. Estos cursos por lo general van dirigidos al personal de extensión que juega un papel importante en la difusión de variedades nuevas y de otras tecnologías. La mayoría de los cursos son organizados y dirigidos por investigadores locales capacitados en el CIAT; el personal del CIAT, bien sea de la sede principal o de sedes regionales, ayuda en la medida en que sea necesario. El número de cursos y total de profesionales capacitados se correlacionan con el desarrollo y la distribución

de germoplasma (Figura 2). Desde 1977 el CIAT ha asistido en 49 de estos cursos que han involucrado a más de 1600 profesionales, 80 por ciento de los cuales han asistido a cursos ofrecidos durante los últimos tres años. Aunque las cifras elevadas son impresionantes, lo más importante es aquello que el gran cuerpo de profesionales recién capacitados está logrando a medida que van regresando a sus programas.

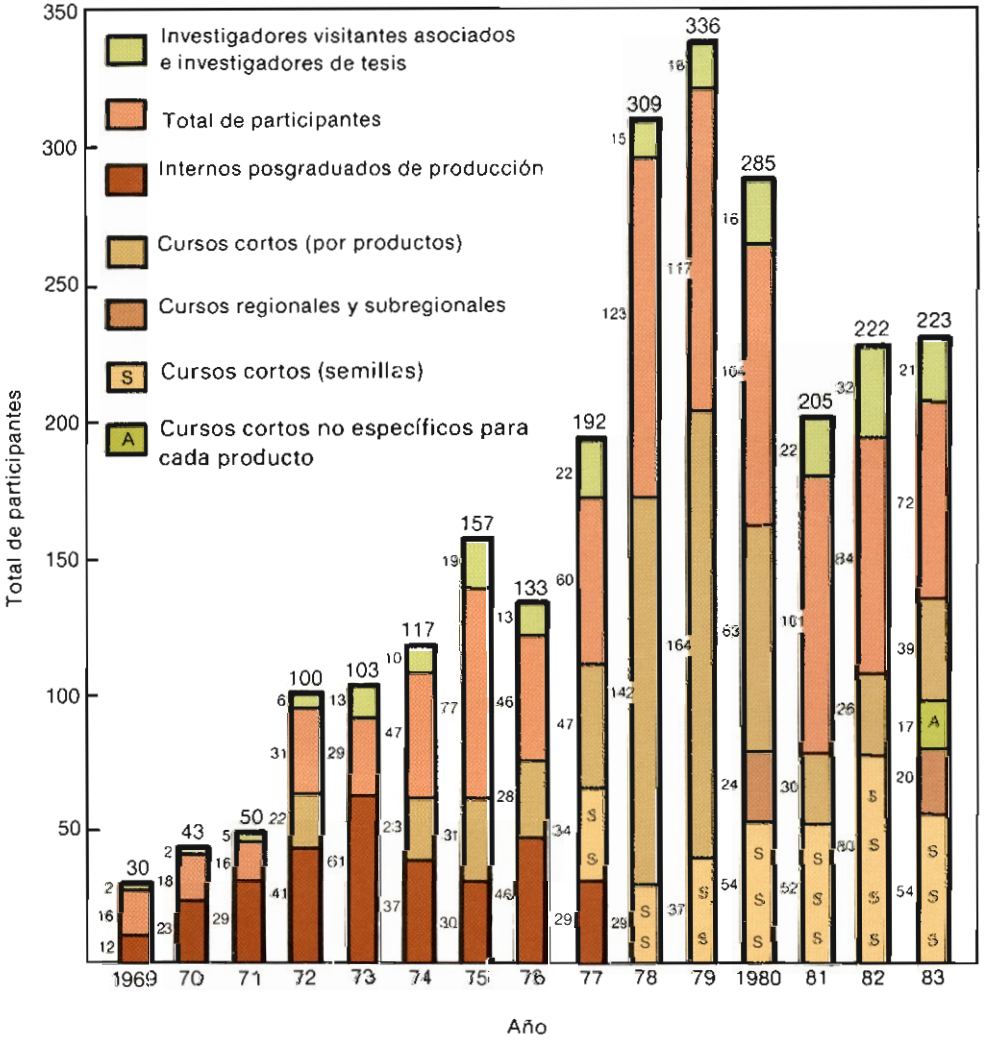


Figura 1. *Número de personas que han terminado capacitación en el CIAT (1969-1983).*

Las actividades de capacitación del CIAT sirven de apoyo a los objetivos de sus programas y unidades de cuatro maneras. Dos de ellas —el trabajo colaborativo en el proceso de selección y liberación de nuevas variedades y tecnologías por parte de los investigadores capacitados en el CIAT, y la contribución de los ex-alumnos del CIAT al crecimiento y la operación de redes de investigación— han sido documentadas en los informes de los respectivos programas.

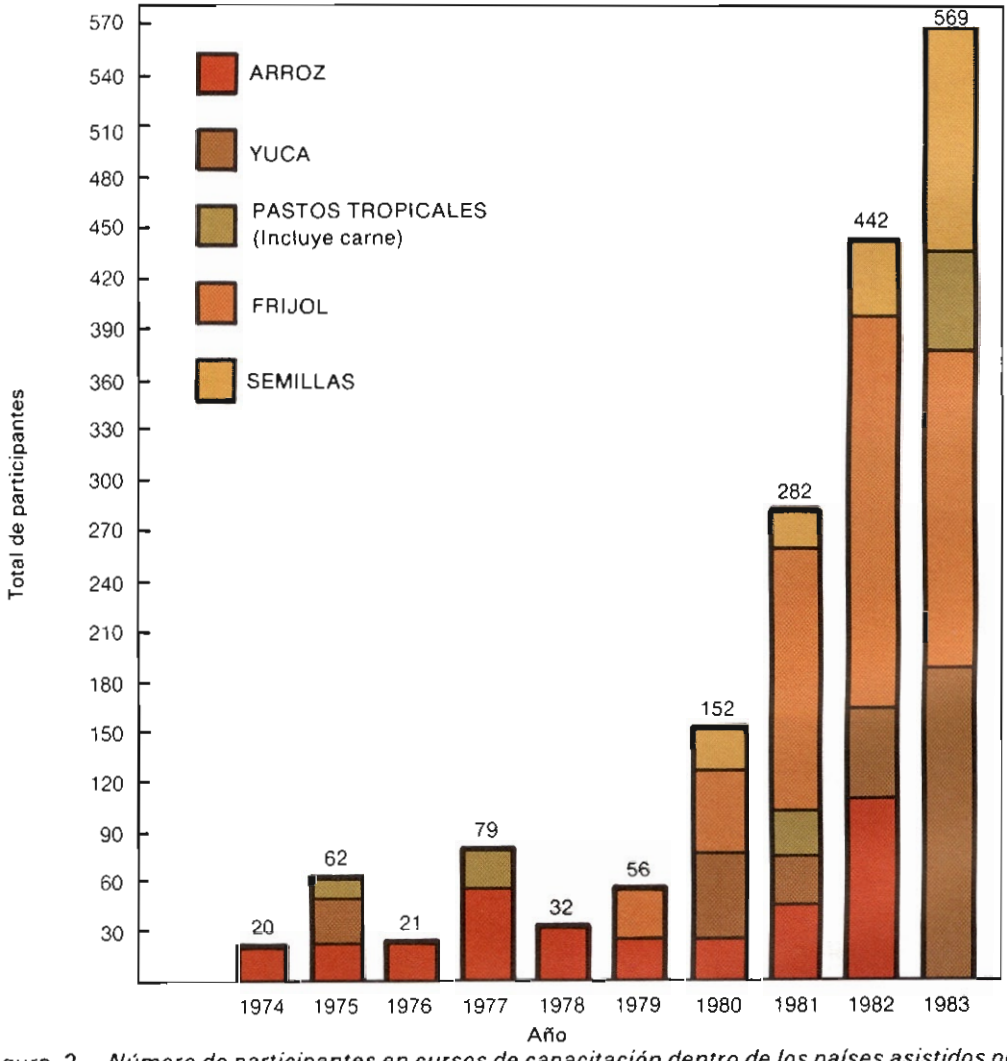


Figura 2. *Número de participantes en cursos de capacitación dentro de los países asistidos por el CIAT (1974-1983).*

El personal capacitado en el CIAT frecuentemente sirve como nuevo capacitador. Esto ha acelerado el proceso, especialmente a través de los cursos dentro de los países donde un gran porcentaje de la instrucción es ofrecida por personal de los programas nacionales capacitado en el CIAT.

Finalmente, la capacitación del CIAT ayuda a fortalecer los programas nacionales. Este proceso a largo plazo es crítico si el Centro ha de continuar con su estrategia de investigación descentralizada. La creciente capacidad de varios programas nacionales para aceptar mayores responsabilidades en la conducción de investigación aplicada indica que el objetivo se está cumpliendo.

Impacto de las Actividades de Capacitación del CIAT

El verdadero impacto de los avances en capacitación del CIAT es difícil de cuantificar por varias razones. Todos los cursos de capacitación contienen una evaluación para medir los conocimientos de los participantes acerca de un tema antes y después de los cursos. Estas evaluaciones indican consistentemente ganancias en conocimientos entre 40 y 60 por ciento. Los participantes, también consistentemente, califican su grado de satisfacción con los cursos de alto a muy alto. En el campo, el desempeño investigativo poscapacitación por lo general es calificado como alto por los supervisores y por los científicos del CIAT que visitan los países.

Una evidencia adicional del éxito de la capacitación en el CIAT es la masa crítica de investigadores claves y extensionistas que forman el núcleo de muchos programas nacionales en América Latina, Sudeste Asiático y Africa Centro-oriental. Aunque la deserción es considerable en muchos programas nacionales, los profesionales claves que permanecen pueden garantizar continuidad en la mayoría de los programas.

Apoyo a las Redes de Investigación

Los profesionales capacitados en el CIAT son principalmente responsables por la exitosa operación de las redes de los programas. Estas actividades se discuten en detalle en los informes de cada programa. Para sostener y reforzar estas importantes actividades en el desarrollo y difusión de tecnología, el CIAT patrocina conferencias

diseñadas para intercambiar información sobre los ensayos y para planificar estrategias de investigación cooperativa. Estas reuniones son por lo general talleres bienales. En la medida en que se necesiten, se programan otras reuniones científicas sobre varios tópicos.

A un nivel más alto, el CIAT también organiza un "taller de consulta" con los directores de los programas nacionales de investigación con los cuales trabaja. Estos talleres son para consulta mutua con el fin de acordar futuras actividades cooperativas y establecer prioridades de investigación.

Información Suplementaria

Información Financiera

Junta Directiva

Personal Principal y Profesional

El Sistema CGIAR

Price Waterhouse

CENTRO SEGUROS BOLIVAR
CARRERA 4 No. 12-41 PISO 13
APARTADO AEREO: 180
TELEFONO: 82 56 00
CALI - COLOMBIA

Febrero 20, 1984

DICTAMEN DE LOS AUDITORES INDEPENDIENTES

Señores Miembros de la Junta Directiva del

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

En nuestra opinión, los balances generales y los correspondientes estados de ingresos y egresos y fondos sin desembolsar que se acompañan presentan razonablemente la situación financiera del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a Diciembre 31, 1983, 1982 y 1981 y los resultados de sus operaciones por los años terminados en esas fechas, de conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados y uniformemente aplicados. Nuestros exámenes de estos estados financieros se efectuaron de acuerdo con normas de auditoría generalmente aceptadas y por consiguiente incluyeron las pruebas de los registros de contabilidad y los demás procedimientos de auditoría que consideramos necesarios en las circunstancias.

Nuestro examen por el año terminado en Diciembre 31, 1983 también cubrió los estados de análisis de donaciones y los desembolsos correspondientes, ingresos devengados, comparación de presupuesto aprobado y los desembolsos reales y fechas de recibo de donaciones para el año terminado en esa fecha, que se acompañan como información suplementaria y, en nuestra opinión, estos estados presentan razonablemente la información mostrada en ellos.

Price Waterhouse

BALANCE GENERAL
(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

ACTIVO	Diciembre 31 1983	1982	1981
ACTIVO CORRIENTE			
Caja	3,698	2,698	1,484
Cuentas por recibir			
Donantes	1,177	316	273
Empleados	952	447	275
Otros	1,357	1,594	1,268
	3,486	2,357	1,816
Inventarios	1,550	947	1,335
Gastos pagados por anticipado	47	52	69
Total del activo corriente	8,781	6,054	4,704
ACTIVOS FIJOS			
Equipos	5,300	4,441	3,682
Avión	1,271	676	676
Vehículos	2,655	2,557	1,993
Vehículos (reemplazos) en tránsito	15	75	523
Muebles, enseres y equipos de oficina	1,458	1,364	1,286
Edificios	7,175	7,116	6,929
Otros	78	201	201
Total de activos fijos	17,952	16,430	15,290
Total del activo	26,733	22,484	19,994

PASIVO Y SALDO DE FONDOS	Diciembre 31 1983	1982	1981
PASIVO CORRIENTE			
Sobregiros bancarios	52	40	44
Cuentas por pagar	5,227	3,982	2,371
Total del pasivo corriente	5,279	4,022	2,415
DONACIONES RECIBIDAS POR ANTICIPADO	1,052	70	407
SALDOS DE FONDOS			
Invertido en activos fijos	17,952	16,430	15,290
Fondos sin desembolsar (déficit)			
Programas básicos			
Sin restricción	(15)	165	(100)
Fondo de trabajo	1,562	1,099	603
Donaciones de capital			265
Proyectos especiales básicos	519	372*	699*
Otros proyectos especiales			
Donantes	638	448*	518*
Otros	(254)	(122)	(103)
	2,450	1,962	1,882
Total saldos de fondos	20,402	18,392	17,172
Total del pasivo y saldos de fondos	26,733	22,484	19,994

* Reclasificado para efectos comparativos.

Las notas en la página 82 son parte integrante de los estados financieros.

ESTADO DE INGRESOS Y EGRESOS Y FONDOS SIN DESEMBOLSAR

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	Diciembre 31		
	1983	1982	1981
Ingresos			
Programas básicos			
Donaciones de operación			
Sin restricción	10,689	10,447	9,283
Restringidos	8,293	7,653	6,358
Donaciones de capital	605	470	678
Total programas básicos	19,587	18,570	16,319
Proyectos especiales básicos	1,723	1,105*	1,692*
Otros proyectos especiales	1,226	792*	1,040*
Total proyectos especiales	2,949	1,897	2,732
Ingresos devengados	1,189	926	540
Total ingresos	23,725	21,393	19,591
Gastos			
Programas básicos			
Programas de investigación	7,768	7,985*	6,617*
Servicios de investigación	2,869	2,641*	2,662*
Cooperación internacional	2,140	2,117*	1,965*
Administración	2,506	2,159*	1,767*
Gastos generales de operación	3,948	2,985	3,200
Total programas básicos	19,231	17,887	16,211
Proyectos especiales básicos	1,476	1,432	1,416
Otros proyectos especiales	1,008	854	518
Adquisición de activos fijos	1,522	1,140	1,096
Total gastos	23,237	21,313	19,241
Exceso de ingresos sobre egresos			
Fondos sin restricción	(180)	265	(100)
Fondo de trabajo	350	244	70
Donaciones de capital	(147)	(40)	(418)
Proyectos especiales básicos	247	(327)	276
Otros proyectos especiales	218	(62)	522
	488	80	350
Traspasos entre fondos			
A (de) fondo de trabajo	113	252	(327)
De proyectos especiales	(260)	(27)	(158)
A (de) donaciones de capital	147	(225)	485
	488	80	350
Fondos sin desembolsar al principio del año	1,962	1,882	1,532
Fondos sin desembolsar a fin del año (ver balance general)	2,450	1,962	1,882

* Reclasificado para efectos comparativos.

Las notas en la página 82 son parte integrante de los estados financieros.

NOTAS A LOS ESTADOS FINANCIEROS

NOTA 1 — PROCEDIMIENTOS CONTABLES

Los siguientes procedimientos y prácticas contables significativos de CIAT se presentan para facilitar el entendimiento de la información presentada en los estados financieros.

Inventarios
Los inventarios son valorados al costo promedio que es menor que el valor de mercado.

Activos fijos
Los activos fijos están registrados al costo.

Depreciación
De acuerdo con principios de contabilidad generalmente aceptados aplicables a entidades sin ánimo de lucro, CIAT no registra depreciación sobre sus propiedades y equipo.

NOTA 2 — TRANSACCIONES EN MONEDA EXTRANJERA

Las transacciones en dólares estadounidenses están controladas por el gobierno colombiano y por consiguiente, los dólares que se reciban en Colombia deben ser vendidos por conductos oficiales. Las siguientes tasas de cambio fueron utilizadas por CIAT para expresas en dólares estadounidenses ($) las transacciones en pesos colombianos (P) durante 1983:

	P/$1	
Saldos en pesos incluídos en activos corrientes y pasivos corrientes	88.77	Tasa de cambio a fin de año
Ingresos en pesos y desembolsos en pesos para propiedades y equipo y gastos	78.10	Promedio mensual de tasa de cambio resultante de venta de dólares

NOTA 3 — OPERACIONES

El terreno en el cual CIAT lleva a cabo sus operaciones fue cedido a CIAT bajo un acuerdo con el gobierno colombiano que vence en Julio 15, 2000. El acuerdo puede ser prorrogado después de dicha fecha por consentimiento mutuo, pero si no lo es, entonces CIAT será obligado a ceder sus activos inmovibles en el terreno al gobierno colombiano.

NOTA 4 — CONTINGENCIAS

Un empleado retirado ha presentado un reclamo por P30,000,000 (US$338,000) contra el Centro, basado en la legislación laboral local en donde reclama el pago de una indemnización y ciertas prestaciones sociales.

Los directores y el asesor legal opinan que el resultado final de este reclamo será en favor del Centro por tanto no se ha registrado provisión alguna.

INFORMACION SUPLEMENTARIA
COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS REALES POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1983

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

	Programas básicos sin restricción		Programas básicos restringidos		Capital	
	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Rea
Programas de investigación						
Frijol	853	816	1,303	1,338		
Yuca	696	638	1,284	1,259		
Arroz	194	223	637	637		
Pastos tropicales	2,208	2,032	825	825		
	3,951	3,709	4,049	4,059		
Servicios de investigación						
Científicos, visitantes y post-doctorales	139	104	160	149		
Recursos genéticos	163	162	191	194		
Servicios de investigación	157	101	183	168		
Operaciones de las estaciones	440	343	508	485		
Estación de Carimagua	256	205	295	283		
Servicios de datos	412	250	476	425		
	1,567	1,165	1,813	1,704		
Total investigación	5,518	4,874	5,862	5,763		
Cooperación internacional						
Adiestramiento y conferencias	529	403	549	519		
Servicios de comunicación e información	648	430	788	788		
	1,177	833	1,337	1,307		
Administración						
Junta Directiva	77	84	18	20		
Director General	407	365	95	85		
Directores	408	337	98	79		
Apoyo administrativo	1,064	1,246	250	290		
	1,956	2,032	461	474		

INFORMACION SUPLEMENTARIA
COMPARACION DE PRESUPUESTO APROBADO Y LOS DESEMBOLSOS REALES POR EL AÑO TERMINADO EN DICIEMBRE 31, 1983

(Expresado en miles de dólares estadounidenses)

(Continuación de la pág. 83)

	Programas básicos sin restricción		Programas básicos restringidos		Capital	
	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real	Presupuesto aprobado	Real
Gastos generales						
Planta física	1,228	1,212	289	284		
Parque automotor	808	472	191	111		
Gastos generales	910	1,515	215	354		
	2,946	3,199	695	749		
Contingencias	117		27			
Total programas básicos	11,714	10,938	8,382	8,293		
Capital						
Activos fijos					1,038	1,522
Análisis de variaciones						
Menor valor recibido en donaciones		308		89		
Menor (mayor) valor de fondos utilizados		483				(484)
Déficit de fondos transferidos a fondos sin desembolsar		(15)				
		776		89		(484)

Junta Directiva
(1983-1984)

Armando Samper
Presidente Emérito de la Junta
Presidente, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA)
Colombia

Reed Hertford
Presidente
Director, Programas Agrícolas y Alimentarios Internacionales
Universidad de Rutgers, Cook College
Estados Unidos

Shiro Okabe
Vicepresidente
Director, Coordinación Regional para la Investigación y el Desarrollo de Cultivos de Granos Gruesos, Leguminosas, Raíces y Tubérculos (The ESCAP CGPRT Centre)
Indonesia

Eduardo Casas Diaz
Director, Colegio de Posgraduados, Escuela Nacional de Agricultura
Mexico

Gustavo Castro Guerrero
Ministro de Agricultura
Colombia

John L. Dillon
Jefe, Departamento de Economía Agrícola y Administración Empresarial
Universidad de New England
Australia

Fernando Gómez Moncayo
Gerente General, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Colombia

John L. Nickel
Director General, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Colombia

John A. Pino
División de Desarrollo Forestal y Agrícola
Banco Interamericano de Desarrollo
Estados Unidos

Martín Piñeiro
Centro de Investigaciones Sociales sobre el Estado y la Administración (CISEA)
Argentina

Nohra Pombo de Junguito
Economista
Colombia

Aston Zachariah Preston
Vice-canciller, Universidad de West Indies
Jamaica

Erwin Reisch
Presidente, Centro Científico de Agricultura en el Trópico y Subtrópico
Universidad de Hohenheim
República Federal de Alemania

Fernando Sánchez Torres
Rector, Universidad Nacional de Colombia
Colombia

Mariano Segura
Director, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
Venezuela

William Tossell
Decano de Investigación, Universidad de Guelph
Canadá

Elmar Wagner
Director, Centro de Investigación Agrícola de los Cerrados (CPAC) Instituto Brasileño de Investigación Agrícola (EMBRAPA)
Brasil

Fredrick Joshua Wang'ati
Secretario Agrícola, Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología
Kenia

Personal Principal y Profesional
(a Diciembre 1983)

DIRECCION GENERAL

Científicos Principales
John L. Nickel, Ph.D., Dr sc.agr. h.c., Director General

Fritz Kramer, Ph.D., Asistente del Director General

Asistente
Cecilia Acosta, Asistente Administrativo

AUDITORIA INTERNA

Asociado
Luis Fernando Montoya, C.P T , Auditor Interno

Asistentes
Jorge Alberto Bermúdez, C.P T., Auditor Interno
Francisco Orlando Millán, Auditoría Interna

OFICINA DE VISITANTES

Asociado
Fernando Mora, B.A., A H.A., Jefe

Asistentes
Rodrigo Chávez, Servicios de Información
Jorge Enrique Paz, Ing. Agr., Servicios de Información

FINANZAS Y ADMINISTRACION

Científico Principal
Andrew V. Urquhart, F.C.A., Director

PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

Grupo Administrativo de Servicio
Héctor Flórez, C.P.A , Jefe

Asistente
Emil Pacini, Ing. Ind., Análisis

SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Grupo Administrativo de Servicio
Héctor Villalobos, Ing. Ind., Jefe

Asistentes
Jaime Campo, Programación
Iván Cataño, Ing. Sist., Análisis
Fabio González, Programación
Carlos Meneses, Ing. Elect., Análisis
Rubén D. Osorio, Análisis
Rodrigo de los Ríos, Ing. Sist., Análisis

OFICINA DEL CONTRALOR

Grupo Administrativo de Servicio
Alejandro Rebolledo, C.P T , Contralor

Asistentes
Alexis Corrales, Presupuesto

Jaime E. Cumba, Presupuesto
César Moreno, C.P.T., Contabilidad
Mario Rengifo, Tesorería

SUMINISTROS

Grupo Administrativo de Servicio
Luis Antonio Osorio, Ing. Ind., Jefe

Asistente
Diego Mejía, Jefe, Compras

ADMINISTRACION

Científico Principal
Jesús Antonio Cuéllar, M.B.A., Administrador Ejecutivo

Grupo Administrativo de Servicio
*José J Cortés, Superintendente, Estación de Carimagua

Asociados
Camilo Alvarez, M.S., Asociado Administrativo
*Ricardo Castañeda, Asociado Administrativo, Relaciones Gubernamentales (con sede en Bogotá)

Asistente
Edgard Vallejo, Adm Emp., Jefe, Oficina de Viajes

Alimentos y Vivienda

Grupo Administrativo de Servicio
David Evans, Jefe

Recursos Humanos

Grupo Administrativo de Servicio
Germán Vargas, M.S., Jefe

Asociado
Germán Arias, Abog., Jefe de Personal

Servicios de Mantenimiento

Grupo Administrativo de Servicio
Germán Gutiérrez, Ing. Mec., Jefe

Asistentes
Marvin Heenan, Jefe, Parque Automotor
Jorge Uribe, Jefe, Electricidad
Oscar Sánchez, Jefe, Aire Acondicionado y Refrigeración

INVESTIGACION EN CULTIVOS

Científico Principal
Douglas R. Laing, Ph.D., Director

PROGRAMA DE FRIJOL

Científicos Principales
Aart van Schoonhoven, Ph.D., Entomólogo, Coordinador

Stephen Beebe, Ph.D., Fitomejorador, Proyecto Frijol para América Central (con sede en el ICTA, Guatemala)
Jeremy H Davis, Ph D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Michael Dessert, Ph.D., Proyecto de Frijol para Africa Central (con sede en Rubona, Ruanda)
Guillermo E. Gálvez, Ph.D., Fitopatólogo, Coordinador Regional, Proyecto Frijol para América Central (con sede en San José, Costa Rica)
Guillermo Hernández-Bravo, Ph D., Fitomejorador, Co-líder, Proyecto Colaborativo de Frijol INIPA/CIAT (con sede en Chiclayo, Perú)
Francisco J. Morales, Ph.D., Virólogo, Virología
Silvio H Orozco, M.S., Agrónomo, Proyecto Frijol para América Central (con sede en el ICTA, Guatemala)
Douglas Pachico, Ph D., Economista Agrícola, Economía
Marcial Pastor-Corrales, Ph D., Fitopatólogo, Fitopatología
* Federico Scheuch, M S., Agrónomo, Proyecto Colaborativo de Frijol Perú/CIAT (con sede en Lima, Perú)
Shree P. Singh, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Steven R. Temple, Ph D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Michael D Thung, Ph D., Agrónomo, Agronomía (con sede en el CNPAF, Brasil)
Oswaldo Voysest, Ph.D., Agrónomo, Agronomía
Jonathan Woolley, Ph.D., Agrónomo, Sistemas de Cultivo

Científicos Visitantes
David Allen, Ph.D., Fitopatología
Jairo Castaño, Ph.D., Fitopatología
N. Ruaraidh Sackville Hamilton, Ph.D., Sistemas de Manejo
Jeffrey White, Ph D., Fisiología

Científicos Posdoctorales
Guy Hallman, Ph D., Entomología
* James Nienhuis, Ph.D., Fitomejoramiento

* Se retiró en 1983.

Joachim Voss, Ph D., Proyecto de Frijol para Africa Central (asignado por la Fundación Rockefeller, con sede en Rubona, Rwanda)

Asociados de Investigación Visitantes

* Krista C. Dessert, M.S., Nutrición
Elizabeth Lewinson, M.S., Proyecto Gembloux
Jeffrey MacElroy, M.S., Fitomejoramiento

Asociados de Investigación

Mauricio Castaño, Ing. Agr., Virología
Jorge E. García, Ing. Agr., Entomología
José Ariel Gutiérrez, M.S., Fitomejoramiento
Nohra R. de Londoño, Ing. Agr., Economía
Carlos Adolfo Luna, M.S , Economía
Jorge Ortega, M.S., Agronomía

Asistentes de Investigación

Lucía Afanador, Biol., Fitopatología
Jorge Beltrán, Ing. Agr., Sistemas de Cultivos
César Cajiao, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Jesús A Castillo, Ing. Agr., Fisiología
Carlos Francisco Chavarro, Ing. Agr., Coordinación
Aurora Duque, Ing. Agr., Microbiología
* Myriam C. Duque, Lic. Mat , Economía
Oscar Erazo, Ing. Agr., Agronomía
Diego Fonseca, Ing. Agr., Fisiología
Oscar Herrera, Ing. Agr., Sistemas de Cultivo
Carlos Jara, Ing. Agr., Fitopatología
Germán Llano, Ing. Agr., Fitopatología
* Carlos Mantilla, Ing. Agr., Entomología
Nelson Martínez, Ing. Agr., Agronomía
Gustavo Montes de Oca, Ing. Agr., Agronomía
Carlos Aníbal Montoya, Fitopatología
Andrea Niessen, Biol , Virología
Gloria Isabel Ocampo, Bact., Microbiología
Dario Ramírez, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Diego Santacruz, Ing. Agr., Agronomía
Miguel S. Serrano, Biol. y Ent., Entomología
Gerardo Tejada, Ing. Agr., Agronomía

PROGRAMA DE YUCA

Científicos Principales

James H Cock, Ph.D., Fisiólogo, Coordinador

Anthony C. Bellotti, Ph.D., Entomólogo, Entomología
* Guillermo G. Gómez, Ph.D., Nutricionista/ Bioquímico, Utilización
Clair Hershey, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Reinhardt Howeler, Ph D., Edafólogo, Suelos y Nutrición de Plantas
Kazuo Kawano, Ph D , Fitomejorador, Fitomejoramiento (con sede en Bangkok, Tailandia)
Dietrich Leihner, Dr.agr , Agrónomo, Prácticas Culturales
J. Carlos Lozano, Ph.D., Patólogo, Fitopatología
John K. Lynam, Ph D., Economista Agrícola, Economía
* Julio César Toro, Ph.D., Agrónomo, Agronomía

Científicos Visitantes

Rupert Best, Ph.D., Utilización
Mabrouk El-Sharkawy, Ph.D., Fisiología
* Marta Rojas de Hernández, Ph.D., Entomología

Científicos Posdoctorales

* Upali Jayasinghe, Ph.D., Virología
Ewald Sieverding, Dr. agr., Suelos y Nutrición de Plantas
Christopher Wheatley, Ph.D., Utilización

Asociados de Investigación

Rafael Orlando Díaz, M.S., Economía
Rafael Alberto Laberry, M.S., Fitopatología
Bernardo Ospina, Ing. Agric., Utilización (con sede en Sincelejo, Colombia)
Benjamín Pineda, M.S., Fitopatología
Octavio Vargas, M.S., Entomología

Asistentes de Investigación

Lisímaco Alonso, Ing. Agric., Utilización
Bernardo Arias, Ing. Agr., Entomología
Darío Ballesteros, Ing. Agr., Suelos (con sede en Carimagua)
Eitel Adolfo Burckhardt, Lic. Biol., Suelos
Luis Fernando Cadavid, Ing. Agr., Suelos
Fernando Calle, Ing. Agr., Germoplasma
José Aquileo Castillo, Biol., Entomología
Carolina Correa, Econ., Economía
Miguel A Chaux, Tec. Ing. Ind., Coordinación
Diego Izquierdo, Econ., Economía
Gustavo Jaramillo, Ing. Agr., Agronomía
Javier López, Ing. Agr., Prácticas Culturales
Jorge Orrego, Ing. Agr., Utilización
Germán E. Parra, Ing. Agr., Fisiología
José Antonio Puente, Ing Agr., Prácticas Culturales
Edgar Salazar, Ing Agr., Prácticas Culturales
* Mauricio Valdivieso, Zoot., Utilización
Ana Cecilia Velasco, Lab. Clín , Fitopatología

PROGRAMA DE ARROZ

Científicos Principales

Joaquín González, M.S., Agrónomo, Coordinador

Sang-Won Ahn, Ph.D., Fitopatólogo, Fitopatología

* Se retiró en 1983.

Peter R. Jennings, Ph.D , Fitomejorador, Fitomejoramiento (asignado por la Fundación Rockefeller)
César Martínez, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Edward Pulver, Ph D , Fitomejorador, Co-líder, Proyecto Colaborativo de Arroz INIPA/CIAT (con sede en Tarapoto, Peru)
Manuel Rosero, Ph.D., Fitomejorador, Científico de Enlace del IRRI
Hector Weeraratne, Ph.D , Fitomejorador, Fitomejoramiento

Especialista Visitante
Surapong Sarkarung, Ph.D., Fitomejoramiento (con sede en Villavicencio, Colombia)

Científicos Posdoctorales
* Jairo Castaño, Ph D., Fitopatología
* Rafael Posada, Ph.D., Economía

Asociado de Investigación
Marco Perdomo, Ing Agr , Agronomía (con sede en Villavicencio, Colombia)

Asistentes de Investigación
Luis Eduardo Berrío, Ing Agr , Pruebas Internacionales
Luis Eduardo Dussán, Ing Agr., Fitomejoramiento (con sede en Villavicencio, Colombia)
Yolanda Cadavid de Galvis, Ing. Agr., Agronomía
Jenny Gaona, Ing Agr., Pruebas Internacionales
Luis Eduardo García, Ing Agr , Fitomejoramiento (con sede en Villavicencio, Colombia)
Julio Eduardo Holguín, Ing Agr , Fitomejoramiento
* Luis Octavio Molina, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Eliseo Nossa, Ing Agr., Fitomejoramiento (con sede en Villavicencio, Colombia)
Miguel Eduardo Rubiano, Ing Agr , Fitopatología (con sede en Villavicencio, Colombia)
Edgar Tulande, Ing Agr , Fitopatología

UNIDAD DE SEMILLAS

Científicos Principales
Johnson E. Douglas, M.S., Especialista en Semillas, Jefe
* Federico Poey, Ph.D., Especialista en Semillas, Producción de Semillas

Científicos Visitantes
Juan Carlos García, M.S., Capacitación y Producción de Semillas
* Don F Grabe, Ph.D., Producción de Semillas

Asociados de Investigación
Edgar Burbano, M S., Laboratorio y Producción de Semillas
Joseph E. Cortés, Ing. Agric., Capacitación

Asistentes de Investigación
* José F. Aristizábal, Control de Calidad
José Fernández de Soto, Ing. Agric., Comunicación
Guillermo Giraldo, Ing. Agr., Producción de Semilla
Napoleón Viveros, Ing. Agric., Procesamiento de Semilla

RECURSOS GENETICOS

Científico Principal
William M. Roca, Ph.D., Fisiólogo, Jefe Interino

Asociados de Investigación
* Germán Alvarez, M.S., Germoplasma de Forrajes
Rigoberto Hidalgo, M.S., Germoplasma de Frijol

Asistentes de Investigación
Javier Beltrán, Biol , Fisiología
Graciela Mafla, Biol , Fisiología
Javier Narváez, Ing. Agr., Fisiología
Jorge Alberto Rodríguez, Ing Agr., Fisiología
Hember Rubiano, Ing Agr., Germoplasma de Frijol
Isabel Salas, Biol , Sanidad de Semilla

SERVICIOS DE LABORATORIO

Asociado de Investigación
Octavio Mosquera, M.S., Servicios Analíticos

Asistentes de Investigación
Charles McBrown, Tec. Elec., Mantenimiento de Instrumentos
Roberto Segovia, Ing. Agr., Invernaderos/ Plantas Ornamentales

OPERACIONES DE LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES

Científico Principal
Alfonso Díaz-Durán, Ing. Agric., P.E., Superintendente

Asociados de Investigación
Javier Carbonell, M.S., Estación de Palmira

Asistentes de Investigación
* Javier Castillo, Ing Agric., Jefe, Subestación de Popayán
Ramiro Narváez, Ing. Agríc , Jefe, Subestación de Quilichao
Edgar Quintero C., Ing Agr., Estación Palmira
Raimundo Realpe, Ing. Agr., Jefe, Subestación de Popayán
Gonzalo Rodríguez, Ing. Agric., Jefe, Subestación Santa Rosa (Villavicencio)

* Se retiró en 1983

Científico Principal
Gustavo A. Nores, Ph.D., Director

Asociado
Uriel Gutiérrez, M.S., Asociado Administrativo

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

Científico Principal
José M. Toledo, Ph.D., Agrónomo de Pasturas, Coordinador

Rosemary S. Bradley, Ph.D., Microbióloga de Suelos, Microbiología
Mario Calderón, Ph.D., Entomólogo, Entomología
***Walter Couto, Ph D., Agrónomo, Suelos y Nutrición de Plantas/Desarrollo de Pasturas
John E. Ferguson, Ph.D., Agrónomo, Producción de Semillas
Bela Grof, Ph D., Agrostólogo, Agronomía de Leguminosas (con sede en Carimagua)
Carlos Lascano, Ph.D., Zootecnista, Calidas de Pasturas y Nutrición Animal
Jillian M. Lenné, Ph.D., Fitopatóloga, Fitopatología
John W. Miles, Ph.D., Fitomejorador, Agronomía/Mejoramiento de Forrajes
* C. Patrick Moore, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado (con sede en el CPAC, Brasil)
Esteban A. Pizarro, Ph.D., Agrónomo, Ensayos Regionales
José G. Salinas, Ph.D., Edafólogo/Nutricionista de Plantas, Suelos y Nutrición de Plantas
Rainer Schultze-Kraft, Dr.agr., Agrónomo, Germoplasma
Carlos Seré, Dr.agr., Economista Agrícola, Economía
James M. Spain, Ph.D., Edafólogo, Desarrollo de Pastos (en año sabático, con sede en el CEPLAC, Brasil)
Luis E. Tergas, Ph.D., Agrónomo, Productividad y Manejo de Pasturas
Derrick Thomas, Ph.D., Agrónomo de Forrajes, Agronomía (con sede en el CPAC, Brasil)
Raúl R. Vera, Ph.D., Zootecnista, Sistemas de Producción de Ganado

Científicos Visitantes
Pedro J Argel, Ph.D., Programa de Evaluación de Pasturas en Panamá, Proyecto Bilateral INIAP/Universidad de Rutgers/CIAT (con sede en David, Panamá)

* Bruce Davidson, Ph.D., Economía
Haruo Hayashi, B.S., Productividad y Manejo de Pastos

Científicos Posdoctorales
Saif ur Rehman Saif, Dr.agr., Microbiología de Suelos
Julie M. Stanton, Ph D., Fitopatología

Asociado de Investigación Visitante
Martin Schneichel, Dipl.agr., Proyecto ETES (con sede en Carimagua)

Asociados de Investigación
* Edgar Burbano, M.S., Microbiología de Suelos
Rubén Darío Estrada, M.S., Economía
Silvio Guzmán, D.V.M.Z., Sistemas de Producción de Ganado
Libardo Rivas, M.S., Economía

Asistentes de Investigación
Amparo de Alvarez, Ing. Agr., Fitopatología
Guillermo Arango, Lic. Biol., Entomología
* Alvaro Arias, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
Hernando Ayala, M.V.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
Javier Belalcázar, Ing. Agr., Germoplasma
Gustavo Benavides, Ing. Agr., Germoplasma
* Raúl Botero, M.V.Z., Sistemas de Producción de Ganado
Javier Asdrúbal Cano, Lic. Econ., Coordinación
Carlos Iván Cardozo, Ing. Agr , Producción de Semillas
** Gustavo Cuenca, Zoot., Calidad de Pasturas y Nutrición (con sede en Carimagua)
Fernando Díaz, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
Martha Lucía Escandón, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía
* Carlos Escobar, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas
Julián Estrada, M.V.Z., Calidad de Pastos y Nutrición (con sede en Carimagua)
Luis H. Franco, Ing. Agr., Ensayos Regionales
Manuel Arturo Franco, Ing. Mec., Coordinación
César Augusto García, Ing Agr , Entomología (con sede en Carimagua)
* Duván García, Ing. Agr , Producción de Semillas
Obed García, M.V.Z., Sistemas de Producción de Ganado (con sede en Carimagua)
Hernán Giraldo, Ing. Agr., Agronomía
Arnulfo Gómez Carabaly, Ing. Agr., Agronomía/Ensayos Regionales
José Manuel Gómez, Zoot., Productividad y Manejo de Pastos (con sede en Carimagua)

* Se retiró en 1983.
** Falleció.
*** En licencia.

Phanor Hoyos, Zoot., Calidad de Pastos y Nutrición
Jesús A. Méndez, Ing. Agr., Microbiología
Carlos Humberto Molano, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía
Dazier Mosquera, Ing. Agr., Microbiología de Suelos (con sede en Carimagua)
Gloria Navas, Ing. Agr., Desarrollo de Pastos (con sede en Carimagua)
Carlos E. Perdomo, Ing. Agr., Suelos y Nutrición de Plantas (con sede en Carimagua)
Fabiola de Ramírez, Lic. Bact., Microbiología de Suelos
Hernando Ramírez, Biol., Germoplasma
* Raimundo Realpe, Ing. Agr., Agronomía (con sede en Carimagua)
* Bernardo Rivera, M.V.Z., Salud Animal (con sede en Carimagua)
José Ignacio Roa, Ing. Agr., Mejoramiento de Forrajes/Agronomía/Producción (con sede en Carimagua)
Edgar Salazar, Ing. Agr., Agronomía de Leguminosas (con sede en Carimagua)
Manuel Sánchez, Ing. Agr., Producción de Semillas
Celina Torres, Ing. Agr., Fitopatología
* Fernán A. Varela, Ing. Agr., Entomología

PROYECTO FOSFORO DEL IFDC/CIAT

Científicos Principales
Luis Alfredo León, Ph.D., Edafólogo, Jefe

Jacqueline A. Ashby, Ph.D., Socióloga Rural, Sociología

Científica Posdoctoral
* Elizabeth Hansen, Ph.D., Antropología

Asociado de Investigación Visitante
* David J. Harris, M.S., Suelos, Proyecto de Suelos del IFDC/Benchmark

Asistentes de Investigación
Carlos Arturo Quiróz, Ing. Agr., Agronomía
Luis Guillermo Restrepo, Ing. Agr., Agronomía

SERVICIOS DE DATOS

Científicos Principales
Leslie C. Chapas, Dipl. Estad. Mat., Biometrista, Jefe

Peter Jones, Ph D., Agrometeorólogo, Estudios Agroecológicos

Grupo Administrativo de Servicio
María Cristina Amézquita de Quiñones, Dipl. Estad. Mat., Jefe, Biometría

Asociados de Investigación
James Harbey García, M.S., Biometría
José Eduardo Granados, M.S., Biometría
Hugo Macías, Ing. Civil, Programación de Sistemas

Asistentes de Investigación
Miriam Cristina Duque, Mat., Biometría
María del Rosario Henao, Ing. Sist., Computación
* Oscar L. Quevedo, Ing. Sist., Computación
Julián E. Rengifo, Ing. Sist., Computación
* Alfredo Rojas, Biometría

UNIDAD DE COMUNICACION E INFORMACION

Científica Principal
Susan C. Harris, M.L.S., Especialista en Información, Jefe

Materiales Educativos

Científico Visitante
Jairo Cano, Ph.D., Especialista en Comunicación, Jefe

Asociados
* Cornelio Trujillo, M.S., Supervisor
Oscar Arregocés, Ing. Agr., Producción

Asistentes
Fernando Fernández O., Ing. Agr., Producción
Héctor Fabio Ospina, Ing. Agr., Producción
Carlos Alberto Valencia, Ing. Agr., Producción

Comunicación

Científicas Principales
Susana Amaya, Ph.D., Editora/Especialista en Comunicación, Comunicación con Redes de Investigadores
Cynthia L. Garver, M.A., Editora/Especialista en Comunicación, Comunicación Científica y Técnica

Asociados
Francisco Motta, M.S., Comunicación con Redes de Investigadores
Ana Lucía de Román, Ing. Agr., Comunicación con Redes de Investigadores

Asistentes
* María Lida Cabal, Comunicación Interna
Rodrigo Ferrerosa, Lic. Econ., Comunicación Científica y Técnica
María Cristina Henao, Com. Soc., Comunicación Científica y Técnica
Nelly M. de Nivia, Com. Soc., Comunicación Interna
Alexandra Walter, Comunicación Científica y Técnica

* Se retiró en 1983.

Producción y Artes Gráficas

Grupo Administrativo de Servicio
Walter Correa, Ph.D., Jefe

Asociados
Alvaro Cuéllar, Supervisor, Fotografía
Carlos Rojas, Supervisor, Diseño Gráfico

Asistentes
Didier González, Diseño Gráfico
Carlos Vargas, Diseño Gráfico

Biblioteca y Servicios de Información

Asociado
Jorge López S., Supervisor, Centros de Información Especializada

Asistentes
Fabiola Amariles, Lic. Educ., Servicios de Referencia
Stella Gómez, Lic. Bibl., Supervisora, Servicios Bibliógraficos
Francy González, Ing. Agr., Centro Especializado de Frijol
Mariano Mejía, Lic. Educ., Centro Especializado de Pastos Tropicales
Lynn Menéndez, Edición y Traducciones
Piedad Montaño, Supervisora, Adquisiciones
Hernán Poveda, Lic. Bibl., Supervisor, Procesos Técnicos

CAPACITACION Y CONFERENCIAS

Científico Principal
Fernando Fernández, Ph.D., Edafólogo, Coordinador

Grupo Administrativo de Servicio
Alfredo Caldas, M.S., Administrador de Admisiones

Asociados
Carlos Domínguez, M.S., Yuca
Carlos Flor, M.S., Frijol
Elías García, Ing. Agr., Arroz
Marceliano López, M.S., Frijol
Alberto Ramírez, M.S., Pastos Tropicales
Jesús Reyes, M S., Yuca
Eugenio Tascón, Ing. Agr., Arroz/Capacitación en los Países

Asistentes
María Eugenia Cobo, Conferencias
Carlos Suárez, B.S., Orientación

REPRESENTACION EN EL CIAT DE INSTITUCIONES COLABORADORAS

PROYECTO DE MAIZ PARA LA REGION ANDINA (CIMMYT/CIAT)

Científicos Principales
Gonzalo Granados, Ph.D., Entomólogo, Jefe

James Barnett, Ph.D., Fitomejorador, Servicios a la Región Andina

PROYECTO INTSOY/ICA/CIAT

Científico Principal
Luis H. Camacho, Ph D., Fitomejorador, Jefe

PROYECTO REGIONAL DE SORGO (INTSORMIL/CIAT)

Científico Principal
Lynn Gourley, Ph.D., Fitomejorador, Jefe

Asistente de Investigación
Manuel Coronado, Ing. Agr., Fitomejorador

REPRESENTACION REGIONAL DEL CIP

Científicos Principales
Oscar Malamud, Ph.D., Funcionario de Enlace, Jefe (con sede en Bogotá)
Jan Henfling, Ph.D., Funcionario de Enlace (con sede en Medellín)

REPRESENTACION REGIONAL DEL CIRF

Científico Principal
Miguel Holle, Ph.D., Representante Regional para América Latina

REPRESENTACION REGIONAL DE LA GTZ

Científico Principal
* Gunther John, Dr.agr., Funcionario de Enlace

* Se retiró en 1983.

El Sistema CGIAR

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional CGIAR fue constituido en 1971 para proveer un mecanismo de movilización del apoyo financiero al sistema global de 13 centros y organizaciones de investigación agrícola internacional. La creación del CGIAR puso de presente el deseo de las agencias donantes de proveer apoyo a largo plazo al desarrollo agrícola del mundo en desarrollo. Además, en consulta con el Comité Técnico Asesor —un grupo de científicos de alto nivel que orienta los programas de investigación de los centros— el CGIAR está en capacidad de garantizar a los donantes que sus recursos se emplean para obtener los máximos beneficios.

La eficacia del sistema se desprende del hecho de que el número de donantes al CGIAR ha aumentado de 15 en 1972, quienes contribuyeron con cerca de US$20 millones, a 37 en 1983, cuya contribución total fue de unos US$148 millones.

Cada centro u organización en el sistema CGIAR es autónoma, con su propia junta u otro tipo de instancia directiva. Cada uno adopta su propio presupuesto con fondos provistos por el CGIAR en consonancia con la totalidad de fondos disponibles para el año y con los programas del centro derivados de las metas del sistema. Anualmente cada centro presenta su presupuesto durante la semana de revisión de los centros, ocasión en la cual también se presenta brevemente la descripción de planes y logros ante el grupo de donantes del CGIAR y otros funcionarios.

El CGIAR opera informalmente y toma sus decisiones por consenso, constituyéndose en ejemplo de cooperación efectiva y flexible entre el mundo industrializado y el mundo en desarrollo. El Banco Mundial en Washington D.C. provee la sede así como los servicios del Coordinador y la Secretaría Ejecutiva. La Secretaría del Comité Técnico Asesor es provista por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en Roma.

Los nueve centros de investigación agrícola internacional y las cuatro organizaciones asociadas tienen la siguiente ubicación y responsabilidades de investigación:

América Latina

- **Centro Internacional de Agricultura Tropical** (CIAT), Cali, Colombia: frijol común, yuca, arroz y pastos tropicales.

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), El Batán, México: maíz y trigo.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú: papa.

Oriente Medio

- Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Áridas (ICARDA), Aleppo, Siria: sistemas de producción de cultivos, cereales, leguminosas comestibles (habas, lentejas, garbanzos), cultivos forrajeros.

Asia

- Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI), Los Baños, Filipinas: arroz.
- Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para los Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT), Hyderabad, India: garbanzos, guandul, millo, sorgo, maní, sistemas de producción de cultivos.

Africa

- Asociación de Africa Occidental para el Desarrollo del Arroz (WARDA), Monrovia, Libera: arroz.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Ibadan, Nigeria: sistemas de producción de cultivos, maíz, arroz, raíces y tubérculos (batatas, yuca, ñame), leguminosas comestibles (caupí, frijol lima, soya).
- Laboratorio Internacional de Investigación en Enfermedades Animales (ILRAD), Nairobi, Kenia: tripanosomiasis y teileriosis del ganado.
- Centro Internacional de Ganadería para Africa, (ILCA), Addis-Abeba, Etiopía: sistemas de producción animal.

Europa y Estados Unidos

- Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), Roma, Italia: colección e información sobre variedades de plantas.
- Servicio Internacional de Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), La Haya, Holanda: apoyo a la investigación.
- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas de Alimentos (IFPRI), Washington, D.C., Estados Unidos: análisis de los problemas de producción mundial de alimentos.