

- PN-ARSD-978 64029 -



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una institución de investigación agrícola orientada al desarrollo y dedicada al alivio perdurable del hambre y la pobreza en los países en desarrollo por medio de la aplicación de la ciencia.

El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1989 tales donantes son: Bélgica, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1989: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

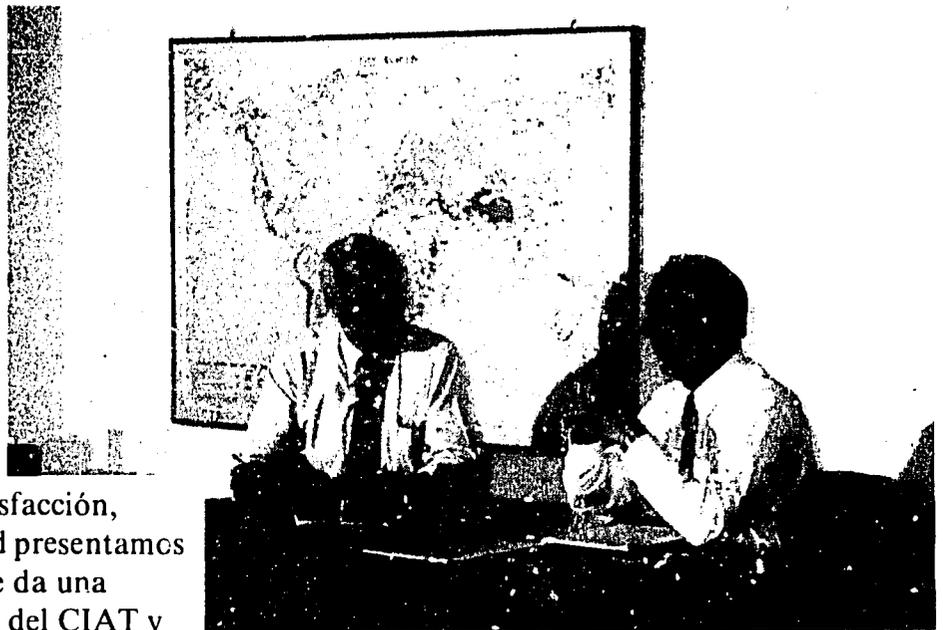
INFORME CIAT 1989

CONTENIDO

	Página
Prólogo	v
Programa de Yuca	3
Producción Agrícola Sostenida en el Programa de Yuca	4
Manejo de la Erosión del Suelo en el Trópico	5
Control Biológico del Gusano Cachón de la Yuca	8
La Organización de Agricultores Facilita Transferencia de Tecnología	11
La Asociación Mejora la Eficiencia del Uso de la Tierra	15
Más Tolerancia de la Yuca al Estrés de Agua	18
Programa de Arroz	21
Producción Agrícola Sostenida en el Programa de Arroz	22
Manejo Integrado de Plagas para Evitar Uso Excesivo de Plaguicidas	23
Colombia Libera Variedades de Arroz en Tiempo Récord	26
Red de Arroz del Caribe Recibe Impulso	30
Nuevo Método de Cruzamiento Ayuda a los Programas Nacionales	33
Encuesta a Programas Nacionales de Arroz	36
Programa de Frijol	40
Producción Agrícola Sostenida en el Programa de Frijol	41
En Pos del Mejoramiento de la Fijación Biológica de Nitrógeno	42
Nuevo Mapa de Distribución de Frijol para América Latina	46
Sistemas de Cultivo de Frijol en Africa Conservan el Suelo	49

	Página
Programa de Pastos Tropicales	53
Producción Agrícola Sostenida en el Programa de Pastos Tropicales	54
Leguminosas: La Clave para unas Pasturas Productivas	55
Soluciones a los Problemas de Producción de Semillas	58
Adelantos en el Control del Salivazo	61
Rompen la Barrera del Mejoramiento de <i>Brachiaria</i>	65
Ensayos en Finca Validan las Investigaciones en Pastos	68
Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones	71
El Programa de Capacitación y Comunicaciones Apoya la	
Agricultura Sostenida	72
Capacitación y Comunicaciones:	
Componentes Claves en la Generación y Adopción de Tecnología	73
Anexos	78
Información Financiera	79
Proyectos Colaborativos con Instituciones Científicas	83
Publicaciones en 1988	85
Junta Directiva (1988-1989)	87
Personal Principal (a Diciembre 1988)	89
El Sistema CGIAR	96

PROLOGO



Con profunda satisfacción, orgullo y gratitud presentamos este informe donde se da una muestra de los logros del CIAT y sus socios, los programas nacionales; satisfacción y orgullo porque estos resultados, y muchos otros no incluidos aquí, demuestran un sólido progreso en la urgente tarea de generar y transferir nueva tecnología que ayude a aliviar la pobreza y el hambre en países en desarrollo; gratitud porque estos logros no hubieran sido posibles sin la cooperación productiva de muchas instituciones, ni sin el generoso y continuo apoyo financiero y moral de nuestros donantes.

Los lectores de este informe notarán un fuerte énfasis en la **producción sostenida**. Esta es una respuesta a la preocupación creciente y legítima de la comunidad mundial por el desarrollo sostenido de la agricultura. Nos apresuramos a agregar, sin embargo, que este no es un cambio repentino en el énfasis para mantenernos al día con las tendencias actuales. Los lectores que vayan más allá de los breves resúmenes sobre este tema en cada uno de los programas de investigación notarán, en los artículos incluidos, que muchos muestran progresos estimulantes en componentes de tecnología específica que contribuyen a

hacer que los aumentos en la producción sean duraderos y sensibles al medio ambiente.

Para el Programa de Yuca los ejemplos incluyen el progreso en el control biológico de los insectos plagas, la reducción de la erosión del suelo y un mejor entendimiento de los mecanismos de resistencia al estrés de agua; en el Programa de Arroz, el desarrollo de resistencia a la enfermedad hoja blanca y la promoción del manejo integrado de plagas; en el Programa de Pastos Tropicales, los nuevos mecanismos de resistencia al salivazo y la demostración de la importancia de las leguminosas en las pasturas para mantener un contenido alto de nitrógeno —esencial para la actividad biológica del suelo; y en el Programa de Frijol, los progresos en una mejor fijación biológica del nitrógeno, así como el desarrollo de sistemas de cultivo para mejorar la conservación del suelo en Africa.

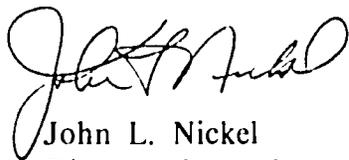
El hecho de que se hayan alcanzado logros tan sustanciales y que éstos ya estén llegando a los agricultores demuestra que una perspectiva de producción sostenida no es una tendencia reciente sino un pilar de la filosofía de todos los programas del CIAT desde hace tiempo.

Estos logros relacionados con la producción sostenida y el medio ambiente, no obstante, no son suficientes. Actualmente estamos desarrollando el plan estratégico para los años 90. Una parte importante de este proceso es preguntarnos qué más puede hacer el centro para contribuir a incrementar en forma duradera la productividad agrícola, para reducir la degradación ambiental y para preservar la diversidad genética. Estamos convencidos de que el CIAT debe hacer y hará una contribución importante para combatir el espiral descendiente de la pobreza y el deterioro ambiental.

Reconocemos también que el aumento de la productividad en las tierras actualmente cultivadas es uno de los más importantes medios para reducir la necesidad de los agricultores de trasladarse a tierras más marginales y a ecosistemas más frágiles. Por esto, los enfoques tradicionales para aumentar la producción a través del mejoramiento varietal y las prácticas agronómicas mejoradas no puede descuidarse. Tales enfoques están siendo apoyados por métodos nuevos de alta tecnología aplicados a la solución de problemas complejos de la producción.

Los programas del CIAT representan un balance esencial entre la ciencia y el desarrollo: entre investigación en la estación experimental y la investigación participativa en fincas; entre generación de tecnología y transferencia de la misma; todo con apoyo y en colaboración con nuestros socios en los sistemas nacionales de investigación agrícola y desarrollo.

Gran parte de este trabajo no se puede incluir en un recuento de hechos destacados, pero la suma de lo que se ha estado logrando es suficiente para mantenernos entusiasmados sobre el gran progreso que se ha hecho en la lucha contra el hambre y la pobreza. El propósito de este informe es compartir algo de nuestro entusiasmo. Estamos muy agradecidos con todos los que comparten estos nobles propósitos y con quienes trabajan en este empeño.



John L. Nickel
Director General



Frederick E. Hutchinson
Presidente de la Junta

PROGRAMAS DE INVESTIGACION Y APOYO



PRODUCCION AGRICOLA SOSTENIDA EN EL PROGRAMA DE YUCA

La degradación del suelo —erosión y agotamiento de la fertilidad de la tierra— es una amenaza creciente para la producción agrícola en los trópicos. Como la yuca es un producto tropical ampliamente cultivado, los científicos del Programa de Yuca y de programas nacionales colaboran en el desarrollo de sistemas de producción apropiados para preservar la fertilidad y reducir la erosión que ocasiona su cultivo. La nueva tecnología hace énfasis en el cultivo de la raíz en asociación con otros productos o con pastos sembrados en contorno. Con un uso sensato de fertilizantes se reduce la erosión del suelo y se pueden mantener altos rendimientos.

En el suroriente de Asia, donde la erosión es particularmente severa, el Programa ha ayudado a desarrollar una red de investigación que vincula programas agrícolas nacionales y universitarios para desarrollar métodos que detengan efectivamente la degradación del suelo y preserven su fertilidad.

Como la erosión es también un problema en América Latina, especialmente en los cultivos de laderas, el CIAT ha realizado investigaciones en prácticas de producción mejoradas que puedan ser efectivas bajo estas condiciones.

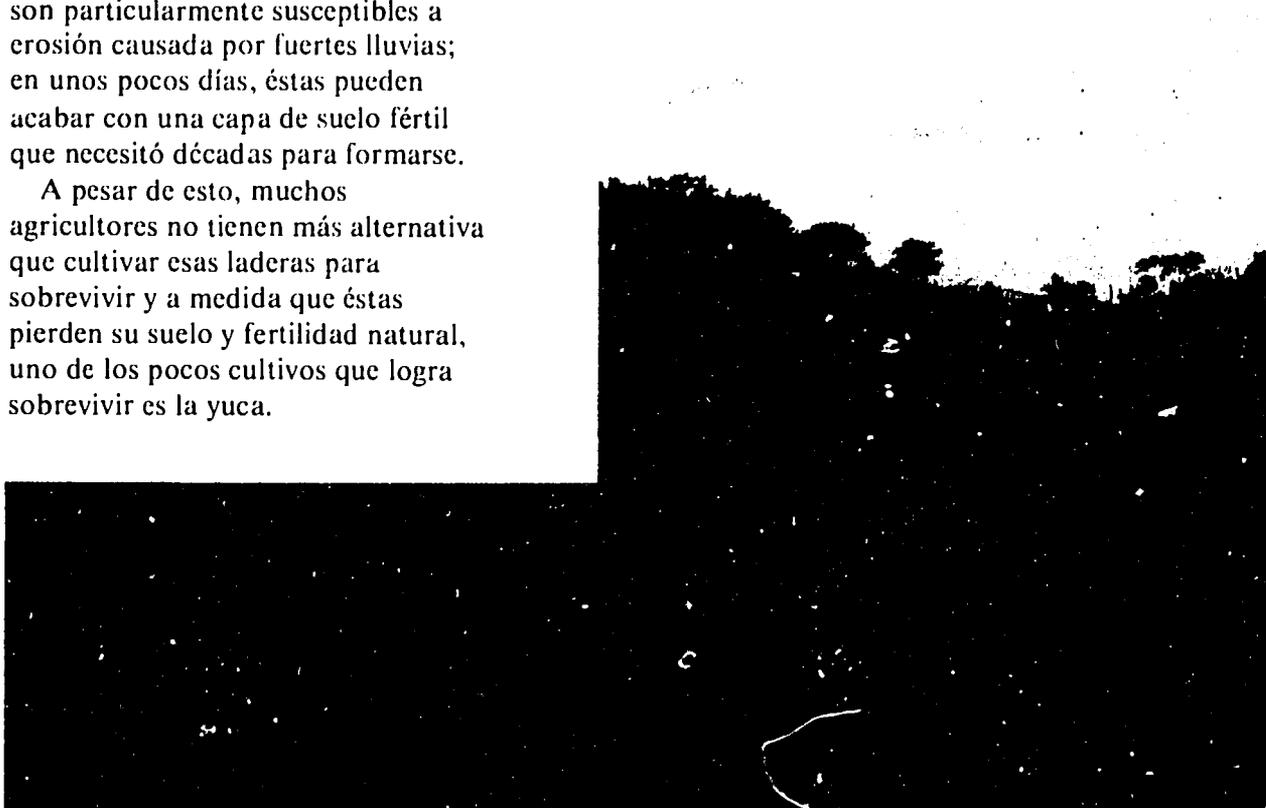
MANEJO DE LA EROSION DEL SUELO EN EL TROPICO

Mediante el uso de prácticas agronómicas sencillas y económicas, los yuqueros pueden reducir apreciablemente la erosión de sus tierras y aumentar el rendimiento

La creciente escasez de tierras en el trópico está forzando a los pequeños agricultores a cultivar suelos más empinados. Las laderas tropicales cultivadas, sin embargo, son particularmente susceptibles a erosión causada por fuertes lluvias; en unos pocos días, éstas pueden acabar con una capa de suelo fértil que necesitó décadas para formarse.

A pesar de esto, muchos agricultores no tienen más alternativa que cultivar esas laderas para sobrevivir y a medida que éstas pierden su suelo y fertilidad natural, uno de los pocos cultivos que logra sobrevivir es la yuca.

Desafortunadamente, la yuca no es apropiada para pendientes de más de 10%, si no se utilizan métodos apropiados para controlar la erosión.



Cuando los suelos han sido perturbados por la tala de la vegetación natural o por sistemas inapropiados de cultivo, las fuertes lluvias y el lavado pueden causar erosión severa.



La siembra de yuca con cobertura del suelo en levmanosas es una buena forma de evitar la erosión



En la costa norte de Colombia, un terreno agotado muestra las consecuencias de su uso continuo (primer plano). La utilización de materia verde como abono ayuda a su recuperación (fondo)

CONTROL DEL PROBLEMA

Los científicos del Programa de Yuca del CIAI han estado buscando la solución a este problema desde hace varios años y han encontrado que aunque el cultivo tiene la reputación de causar erosión, ésto sólo es cierto para la fase inicial del establecimiento de la planta. En realidad, las pérdidas anuales de suelo son generalmente menores que aquéllas causadas por la mayoría de los cultivos de ciclo corto. La pérdida de suelo por erosión la determina más la forma como se maneja el cultivo que éste en sí.

El cultivo continuo de yuca en pendientes, sin manejo ni fertilización adecuados produce, tarde o temprano, una reducción de los rendimientos debido a las pérdidas de nutrimentos y suelo. Ello se debe a que el suelo queda desprotegido de follaje durante el lento desarrollo inicial de la planta y a que se ve muy perturbado durante la cosecha. En muchas áreas yuqueras del mundo, la erosión puede reducir el paisaje a campos yermos o rocosos.

PRACTICAS ÚTILES

Como parte del énfasis en producción agrícola sostenida, el Programa de Yuca recomienda utilizar una cantidad apropiada de fertilizante cuando se cultiva esta raíz continuamente en una misma parcela. El uso moderado de fertilizantes no sólo produce rendimientos más altos, sino que ayuda a controlar la erosión. En varios ensayos en laderas en Colombia, los fertilizantes aumentaron significativamente el crecimiento y vigor, lo cual repercutió en una mejor cobertura y menor pérdida de suelo. Los rendimientos casi se duplicaron.

Prácticas agronómicas electivas, tales como el uso de variedades adaptadas de yuca, la selección de estacas sanas y el control de malezas, no sólo mejoran los rendimientos sino que hacen que el cultivo crezca

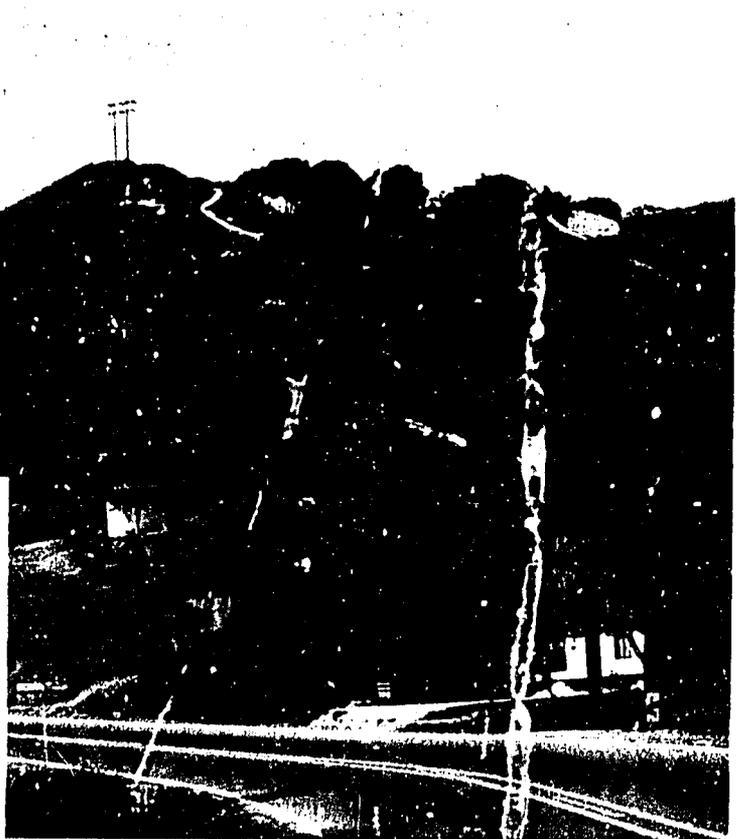


rápida y vigorosamente, protegiendo el suelo del lavado y de la lluvia.

El cultivo de la yuca con barreras de pastos, como *Brachiaria humidicola*, ayuda al control de la erosión. Se ha encontrado que la asociación con árboles, como el banano, reduce la erosión y aumenta los rendimientos. Igual cosa ocurre al asociar la yuca con algunas leguminosas forrajeras como el kudzú.

Cuando se trabaja en suelos con buena estructura física, una de las mejores y más económicas prácticas para el control de la erosión es la labranza nula o mínima y la siembra en contornos. La cobertura del suelo con residuos del cultivo también disminuye la erosión. Igualmente, la eliminación de malezas con un herbicida apropiado y la utilización de este material muerto como cobertura vegetal disminuye la pérdida de suelo.

Se puede obtener mayor productividad del suelo y rendimientos si se remplazan los nutrientes removidos en la cosecha y si el cultivo se maneja adecuadamente para evitar la erosión



Una ladera en Mondonio, Colombia, donde se aprecian las etapas iniciales de erosión. La deforestación y los sistemas inadecuados de cultivo la aceleran.

“La pérdida de suelo por erosión la determina más la forma como se maneja el cultivo que éste en sí.”

excesiva. La erosión y el agotamiento del terreno, sin embargo, pueden empeorar si los agricultores de escasos recursos, por factores económicos o políticos, se ven forzados a continuar sembrando en tierras que mejor deberían conservarse con su vegetación natural.

CONTROL BIOLÓGICO DEL GUSANO CACHÓN DE LA YUCA

El virus de la larva del gusano cachón ofrece una forma más económica y segura de controlar una plaga importante de la yuca

El gusano cachón *Erynnis ello* es una de las principales plagas de la yuca en los trópicos. La larva del gusano cachón se alimenta de las hojas de la yuca, de los tallos jóvenes tiernos y de los cogollos de la hoja. Los ataques, sin embargo, se pueden presentar a cualquier edad de la planta y frecuentemente defolian los cultivos de yuca, reduciendo la producción y calidad de las raíces. Los agricultores generalmente enfrentan los ataques utilizando aplicaciones excesivas y a destiempo de plaguicidas. Esto puede resultar en nuevos y más severos ataques y brote de otras plagas, como los ácaros.

En los trópicos se han identificado más de 40 enemigos naturales del gusano cachón y algunos se han estudiado en detalle. Los enemigos naturales incluyen parásitos, predadores de huevos y larvas, y patógenos de larvas y pupa.

EL VIRUS DEL GUSANO CACHÓN DE LA YUCA

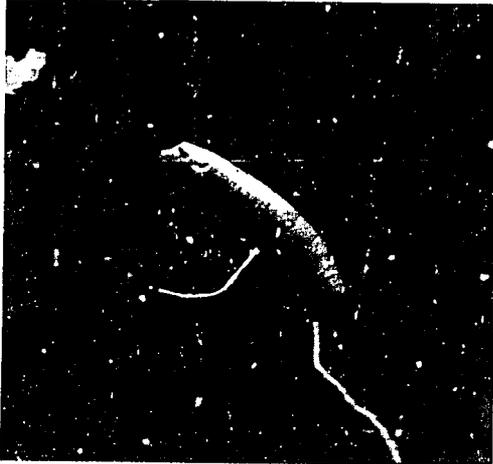
En 1980 se encontraron en el CIAT larvas del gusano cachón con

síntomas de una enfermedad que les causaba una mortalidad considerable. Algunas de las larvas enfermas se enviaron al Boyce Thompson Institute (Universidad de Cornell, Ithaca, N.Y.) que identificó la causa como un virus. Esto llevó a los científicos a pensar que este virus podría utilizarse para controlar el gusano cachón.

Para probar la teoría, larvas infectadas con el virus se licuaron y filtraron. El líquido se diluyó con agua a una concentración del 30%. Se mezclaron 5 y 10 cc de esta solución con un litro de agua que se asperjaron sobre los campos de yuca. Se dejó que las larvas del gusano cachón se alimentaran durante 24 horas en estos campos infectados con el virus.

“El virus del gusano cachón es un enemigo natural que puede manipularse, conservarse y manejarse a un precio relativamente bajo.”

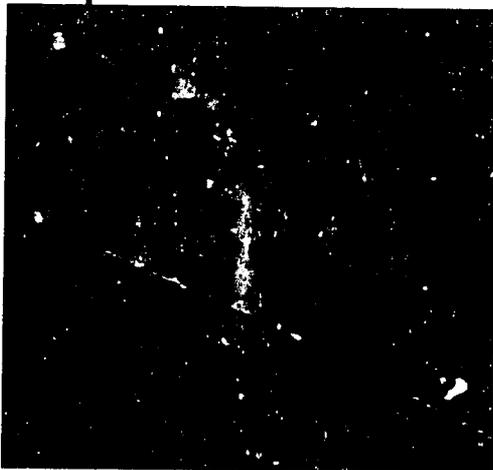
ETAPAS DE LOS EFECTOS DEL VIRUS DEL GUSANO CACHÓN



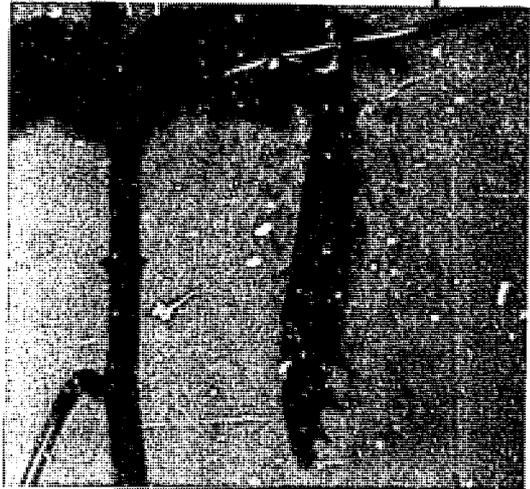
1. La piel del gusano afectado se torna pálida y aparecen manchas oscuras.



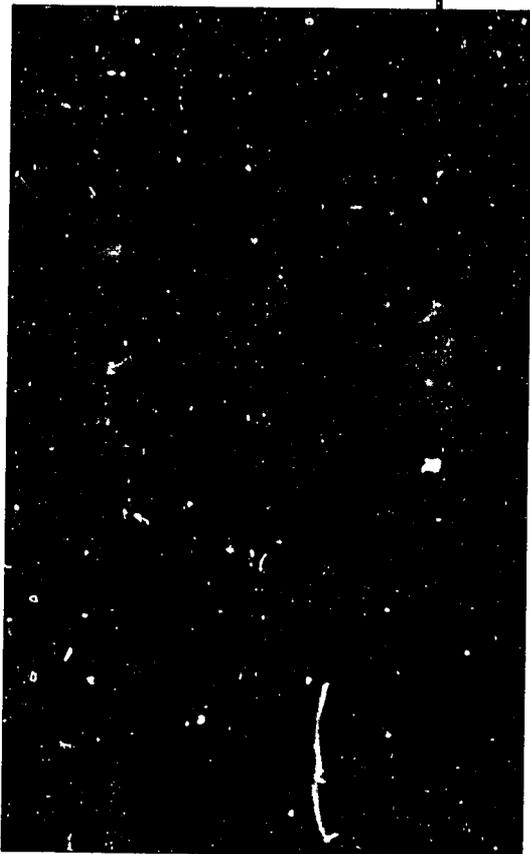
2. Las manchas son más notorias. Los movimientos son más lentos y la capacidad de alimentarse se reduce.



3. El gusano pierde la capacidad de alimentarse y tiende a colgar de los dos últimos pares de pseudopatas. El cuerpo se arruga.



4. Los órganos internos del gusano se disuelven y se localizan en la parte inferior del cuerpo. Finalmente, el gusano reviersta liberando el virus. La piel se seca. Estos cuatro pasos tardan cerca de cinco días.



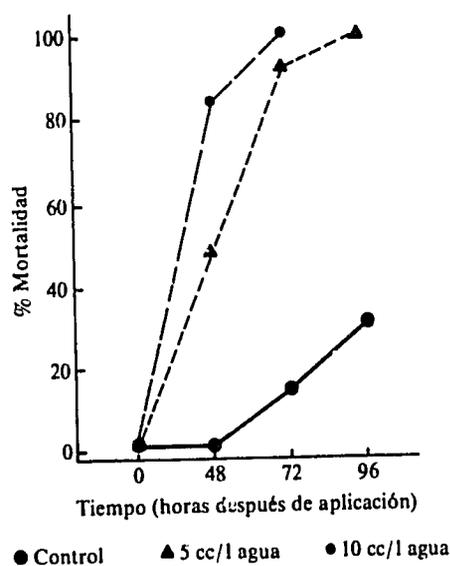
5. El virus se recupera almacenando las larvas en frascos que se refrigeran. Una solución del virus sirve para controlar el gusano cachón.

Con la dosis de 10 cc, la mortalidad de la larva fue de 82% a las 48 horas de aplicación, y a las 72 horas fue de 100%. Con la dosis de 5 cc, la mortalidad de la larva alcanzó 88% en 72 horas y 100% en 96 horas.

Otras investigaciones han mostrado que el virus puede almacenarse congelado por varios años y luego usarse cuando se presenten los ataques del gusano. También puede guardarse en forma liofilizada.

PERSPECTIVAS

A pesar del amplio complejo de enemigos naturales, los brotes de gusano cachón siguen presentándose periódicamente en las plantaciones de yuca del trópico. Parte de ello puede atribuirse al hecho de que los adultos del gusano cachón son migratorios y capaces de volar grandes distancias.



Efecto de los tratamientos del *Baculovirus* sobre la mortalidad del gusano cachón de la yuca.

La migración de los adultos de *E. ello* puede estar influida por una combinación de factores, como suministro de comida, enemigos naturales y condiciones ambientales. Esta movilidad hace que su control en ecosistemas de yuca sea especialmente difícil. La crianza de parásitos y predadores es costosa y por los hábitos cíclicos y migratorios de los adultos es difícil saber cuándo liberarlos.

El virus del gusano cachón ofrece a los agricultores un enemigo natural que puede manipularse, conservarse y manejarse a un precio relativamente bajo. El virus puede almacenarse fácilmente en forma refrigerada hasta cuando sea necesario.

El virus se puede aplicar fácilmente con aspersor de espalda y el agricultor o técnico puede mantener el cultivo del virus coleccionando y almacenando larvas infestadas del campo. Esto elimina la necesidad de usar plaguicidas costosos o el mantenimiento de colonias perpetuas de predadores o parásitos. El virus del gusano cachón, junto con la detección oportuna de sus ataques, ofrece un control efectivo y económico de esta plaga.

En el área de Santa Catarina, Brasil, se ha encontrado un *Baculovirus erinnys* que infecta el gusano cachón de la yuca. El virus congelado está a disposición de científicos, extensionistas y agricultores, en forma semi-comercial, en el Instituto de Investigación del Estado de Santa Catarina (EMPASC). Se están utilizando diferentes medios para instruir a los agricultores sobre la recolección, almacenamiento y uso de las larvas enfermas. En varias áreas de Brasil los agricultores están utilizando efectivamente el virus.

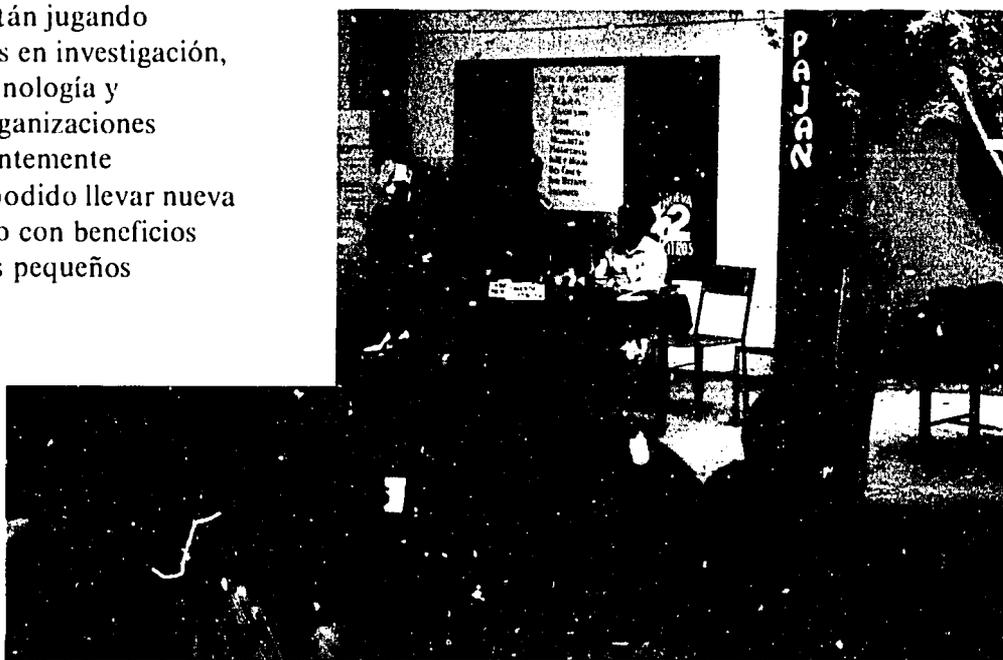
LA ORGANIZACION DE AGRICULTORES FACILITA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Las organizaciones locales de agricultores están comprobando que son un factor clave en el proceso de transferencia de tecnología

Cuál es la mejor manera de promover la cooperación y la comunicación entre los investigadores, agricultores y extensionistas? Los sociólogos del CIAT estudian varias formas. Algunas opciones interesantes involucran las organizaciones de agricultores que en varios países de América del Sur están jugando importantes papeles en investigación, transferencia de tecnología y extensión. Estas organizaciones intermedias, frecuentemente cooperativas, han podido llevar nueva tecnología al campo con beneficios inmediatos para los pequeños agricultores.

COMO TRABAJAN

Las organizaciones locales de agricultores básicamente participan en agroindustrias o mercadeo, pero también pueden colaborar con



Miembros de la cooperativa UAPPY reunidos en Portoviejo, Ecuador, para discutir planes futuros. La planificación cuidadosa los ha capacitado para manejar las operaciones con eficiencia.



La asociación de yuca y maíz es un sistema de cultivo comúnmente utilizado por pequeños agricultores en Manabí, Ecuador.

instituciones de investigación. Sus recursos, contactos con agricultores y capacidades administrativas les permiten participar en un rango de tareas que incluyen el diseño de tecnología, investigación, pruebas, evaluación y actividades de adaptación. Algunas implementan tecnologías con resultados a largo plazo, como la siembra de árboles, el control de erosión y el manejo integrado de insectos.

Un ejemplo lo constituyen los grupos organizados para cultivar, picar, secar y vender yuca para alimentación animal, una empresa particularmente exitosa en Colombia, Ecuador, Brasil y México. Hoy en día hay cerca de 50 plantas de secado distribuidas en tres regiones de Colombia, y administradas por pequeños agricultores.

EL EXITO DE ECUADOR

En 1985, las autoridades agrícolas ecuatorianas y el CIAT iniciaron un proyecto colaborativo para establecer plantas de secado de yuca similares a las exitosas plantas que operan en la costa norte colombiana. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Ecuador organizó dos asociaciones



Planta de propagación rápida de yuca construida por el Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Pecuaria de Ecuador, INIAP. Los fondos para la obra fueron suministrados por la UAPPY.

de pequeños agricultores en áreas yuqueras y les propuso que construyeran plantas de secado y convirtieran el producto en harina. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador y el CIAT les prestaron apoyo.

Un antropólogo del CIAT participó estrechamente en el diseño de las técnicas de investigación y extensión para hacer más eficiente la

“Este enfoque de transferencia de tecnología de agricultor a agricultor ha probado ser una forma muy efectiva de extensión.”

promoción. Por ejemplo, se contrató un agricultor yuquero de la costa norte colombiana como consultor para aconsejar a las nuevas asociaciones ecuatorianas. Este



enfoque de transferencia de tecnología de agricultor a agricultor ha probado ser una forma muy efectiva de extensión.

En sólo tres años, el número de asociaciones de agricultores para secar yuca en Ecuador ha aumentado a más de 20 (más de 400 miembros) y la producción total excede ahora las 1000 toneladas de harina. Igualmente sorprendente es que el costo de la extensión y la investigación aplicada se redujo a un tercio básicamente promoviendo la cooperación de las organizaciones campesinas.

Las asociaciones de agricultores de la provincia de Manabí se unieron para formar un gremio: la Unión de Asociaciones de Productores y Procesadores de Yuca (UAPPY). A través de este gremio han hecho más eficiente la producción, el transporte y el mercadeo de la yuca procesada. Este año, varios miembros de la UAPPY visitaron el CIAT para estudiar la operación de los secadores artificiales, la tecnología para elaborar almidón, los cernidores y los molinos.

En Ecuador, una familia perteneciente a una cooperativa observa las bandejas utilizadas para secar la yuca. Este método es particularmente efectivo en áreas húmedas.

CAMBIOS

El grado en que la UAPPY ha asumido tareas complejas es impresionante. Por la promoción del concepto UAPPY que hacen los agricultores con la participación del gobierno, se están formando nuevos grupos de agricultores. La UAPPY no sólo colabora con instituciones de investigación sino que lleva a cabo ensayos de tecnologías modificadas de procesamiento y ha organizado e implementado 30 eventos de capacitación en 1988. La asistencia de agencias del gobierno es aún importante, pero la UAPPY se está volviendo un catalizador independiente del desarrollo rural.

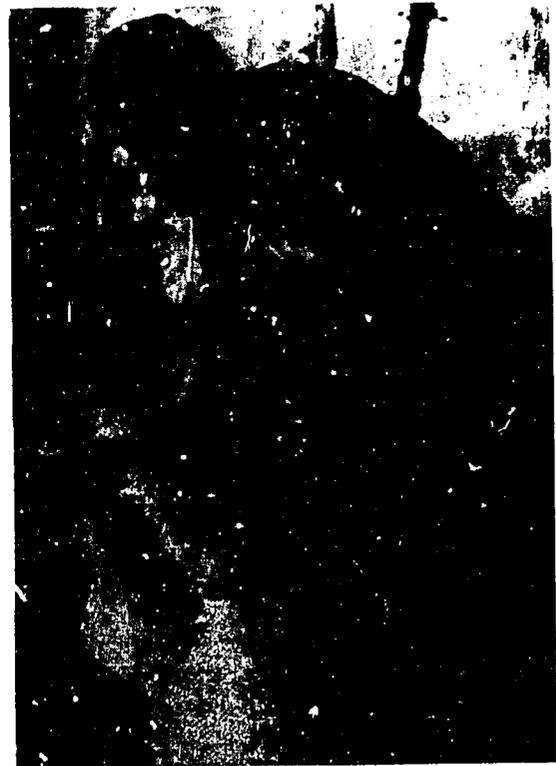
Una organización nacional está promoviendo activamente este tipo de proyecto. FUNDAGRO, un fundación privada ecuatoriana, ha



venido apoyando las instituciones coordinando sus esfuerzos e integrando la investigación, extensión, capacitación y organización de agricultores. El equipo interinstitucional incluye el Instituto Nacional de Capacitación a Agricultores (INCCA). Los Fondos provienen de programas bilaterales de Gran Bretaña, Canadá, Estados Unidos y agencias ecuatorianas participantes.

La UAPPY es un ejemplo de cómo se pueden unir con éxito la adaptación, la extensión y el desarrollo de tecnología a un modelo social y agronómico a través de una organización de agricultores. La asociación lo ha logrado estableciendo relaciones con agencias de investigación y extensión, oficiales y privadas. Estas agencias y organizaciones recibieron asistencia técnica del CIAT y, para un subproyecto, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México. La experiencia en Colombia y Ecuador ha demostrado que proyectos experimentales de desarrollo con organizaciones de agricultores pueden trabajar cuando el foco son los proyectos de secado de yuca. Ellos son un modelo que puede modificarse y copiarse en otras partes del mundo para hacer extensión eficiente y reducir los costos de investigación aplicada.

En la costa atlántica de Colombia, miembros de una cooperativa de productores secan trozos de yuca en un patio de concreto. El nivel de humedad de los trozos se reduce a cerca del 14%.

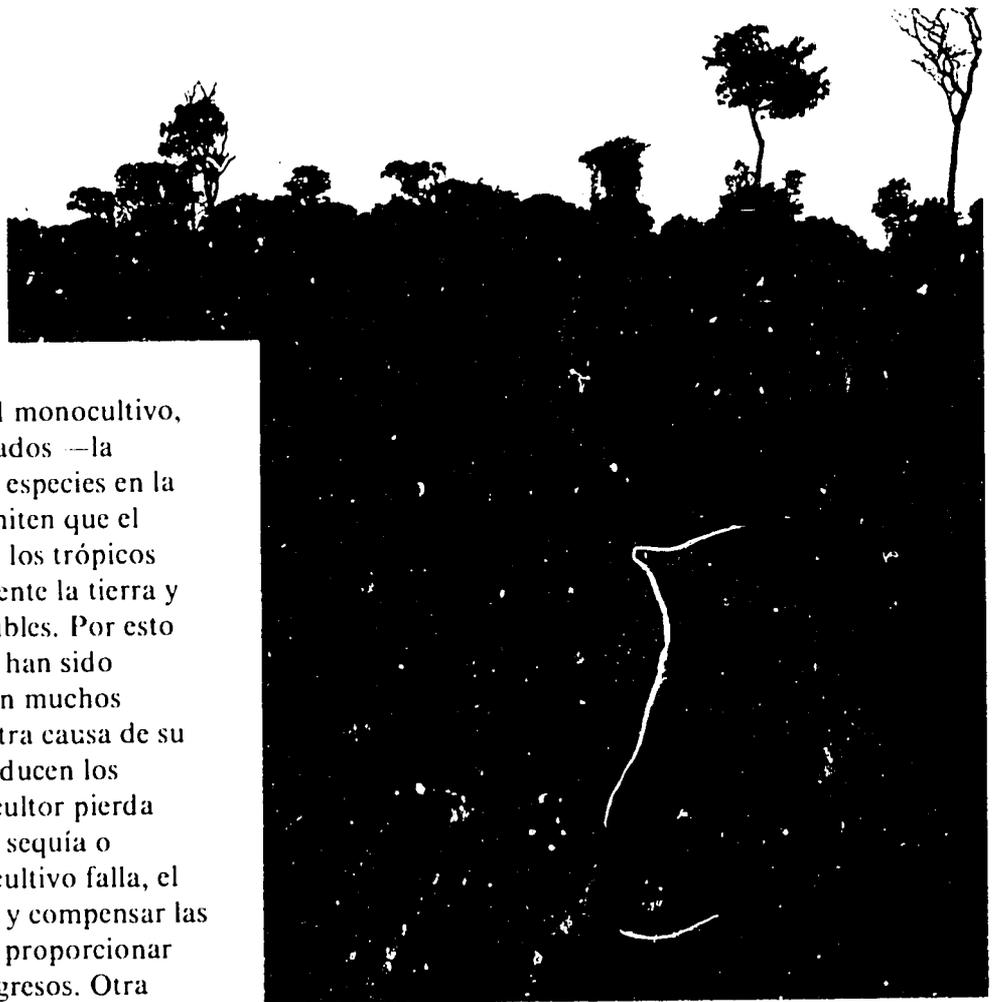


Agricultor colombiano empaca yuca seca para enviar al mercado. Mediante la producción, procesamiento, y mercadeo del producto, las cooperativas estabilizan el precio de la yuca y obtienen mayores ganancias.

LA ASOCIACION MEJORA LA EFICIENCIA DEL USO DE LA TIERRA

La siembra de dos o más cultivos asociados es para algunos agricultores una forma eficiente y efectiva de obtener el máximo de sus tierras

Comparados con el monocultivo, los cultivos asociados —la siembra de una o más especies en la misma parcela— permiten que el pequeño agricultor de los trópicos utilice más eficientemente la tierra y otros recursos disponibles. Por esto los cultivos asociados han sido utilizados por siglos en muchos lugares del mundo. Otra causa de su popularidad es que reducen los riesgos de que el agricultor pierda todo debido a plagas, sequía o enfermedades. Si un cultivo falla, el otro puede sobrevivir y compensar las pérdidas o, al menos, proporcionar algo de alimento o ingresos. Otra ventaja de los cultivos asociados es que permiten un uso mejor y más intenso de la mano de obra. Los



Asociación de yuca con maíz en terrenos que antes fueron bosque secundario en Paraguay. Para obtener la misma producción total en monocultivo se necesitaría un 40% más de terreno.

investigadores creen que a menos que las condiciones socio-económicas varíen radicalmente en los próximos años, los pequeños agricultores continuarán con esta práctica.

TECNOLOGIA DE LA ASOCIACION

Las instituciones de investigación agrícola se han concentrado con frecuencia en el desarrollo de tecnologías para monocultivos a pesar de que los pequeños agricultores utilizan ampliamente las asociaciones. Existe una gran necesidad de desarrollar tecnología especialmente diseñada para sistemas de cultivos asociados o de aplicar a éstos tecnología modificada que se ha desarrollado para monocultivos.

En el trópico, el maíz y la yuca es una de las asociaciones más utilizadas

por los pequeños agricultores, quienes han descubierto a través de ensayo y error, que si pierden el maíz pueden recurrir a la yuca. La yuca es un cultivo fuerte que puede resistir condiciones extremas.

Científicos del Programa de Yuca y del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) desarrollan tecnología para mejorar aún más esta práctica arraigada. La costa norte colombiana ha sido el laboratorio de investigación pues allí la asociación de maíz con yuca, e incluso con batatas, se practica desde hace tiempo.

El problema más común de los agricultores de la región es la falta de tierra, por el crecimiento de la

“Por la dificultad para obtener nutrimentos químicos o naturales, [los agricultores] deben usar la tierra lo mejor posible.”



La asociación de yuca con maíz, un sistema muy utilizado en fincas pequeñas de montaña en Ecuador, permite un uso más eficiente del terreno.



Algunos agricultores de la costa atlántica de Colombia siembran yuca asociada con maíz en hileras dobles.

población y el sistema tradicional de herencia de la tierra. Esta división constante de la misma ha dejado a los agricultores de la costa norte con un promedio de 5-6 ha, 50% de las cuales está en barbecho para mejorar el suelo, o en pastos nativos. Por la dificultad para obtener nutrientes, químicos o naturales, se debe usar la tierra lo mejor posible.

LOS RESULTADOS

En la costa norte, los científicos han ensayado en los campos de los agricultores variedades mejoradas de maíz, casi todas desarrolladas por el ICA, en asociación con aquéllas de yuca cultivadas más comúnmente.

Los científicos se sorprendieron al encontrar que las variedades locales de maíz competían más agresivamente con la yuca que las variedades mejoradas. La yuca cultivada bajo las condiciones de los agricultores rindió 16 t/ha en monocultivo y 11 t/ha en asociación con variedades mejoradas de maíz. No obstante, cuando se cultivó con variedades tradicionales de maíz, sólo rindió 8.8 t/ha. Por otra parte, las variedades mejoradas de maíz rindieron 2.6 t/ha en monocultivo y 2.0 t/ha en asociación y las variedades tradicionales rindieron 1.5 t/ha en monocultivo y 1.3 t/ha en asociación. Esto indica que las variedades mejoradas de maíz del ICA arrojaron rendimientos más altos en monocultivo y en asociación al tiempo que la yuca en asociación con aquéllas, también rindió más.

La asociación produce una equivalencia de tierra de 1.4. Es decir, que se necesitaría 40% más de tierra para obtener la misma producción en monocultivo.

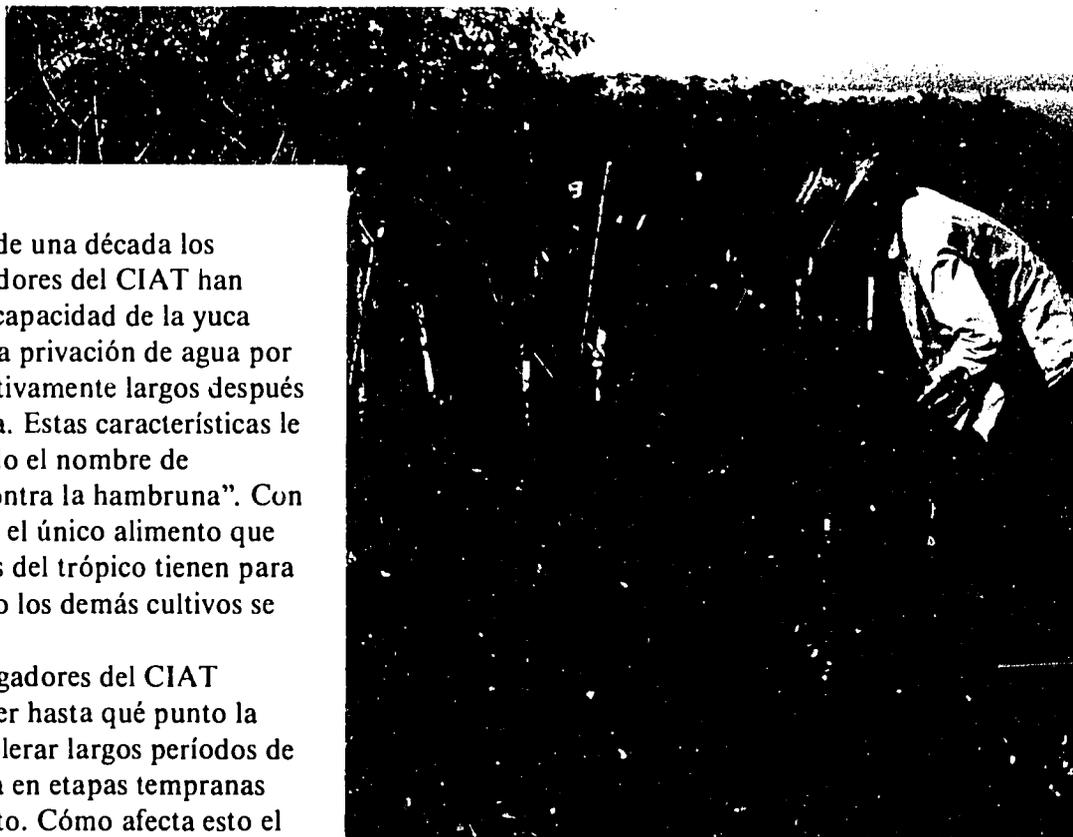
Los resultados preliminares son promisorios. A medida que los estudios avanzan, el CIAT continúa apoyando los trabajos de campo del ICA con germoplasma, metodología de investigación en fincas, intercambio científico y capacitación.



Cultivo asociado de yuca y maíz en Ecuador. Este sistema de cultivo es común en la región andina de América del Sur.

MAS TOLERANCIA DE LA YUCA AL ESTRES DE AGUA

Nuevamente la yuca prueba su resistencia produciendo, en estrés de agua, rendimientos similares a los de cultivos bien irrigados



Por cerca de una década los investigadores del CIAT han estudiado la capacidad de la yuca para tolerar la privación de agua por períodos relativamente largos después de establecida. Estas características le han acreditado el nombre de “defensora contra la hambruna”. Con frecuencia, es el único alimento que los habitantes del trópico tienen para comer cuando los demás cultivos se han secado.

Los investigadores del CIAT deseaban saber hasta qué punto la yuca podía tolerar largos períodos de estrés de agua en etapas tempranas del crecimiento. Cómo afecta esto el rendimiento, el contenido de ácido cianhídrico (HCN) y la calidad culinaria? Los hallazgos fueron sorprendentes.

Diferentes variedades de yuca que se sometieron a estrés de agua se cosechan para su evaluación en Cauca, Colombia.

EL EXPERIMENTO

A los 60 días de sembrados se impuso un período de estrés de agua por

cuatro meses a varios clones populares de yuca cubriendo el suelo con plástico. Luego de este período, con ayuda de lluvias e irrigación, se dejó recuperar el cultivo durante el

resto del ciclo de crecimiento de cinco meses. Para compararlo se utilizó un testigo sin estrés.

Contrario a lo esperado el rendimiento a los 11 meses, un período de crecimiento considerado crítico, no se afectó notoriamente por la privación de agua. Asimismo, el porcentaje de materia seca en las raíces de ocho cultivares comparados por grupos fue similar: 36% para el grupo testigo y 35% para el grupo con estrés. Al comparar el porcentaje de raíz contra biomasa total, el índice de cosecha fue más alto que éste último: el grupo testigo tuvo un índice de cosecha de 61% y el del grupo en estrés aumentó a 67%.

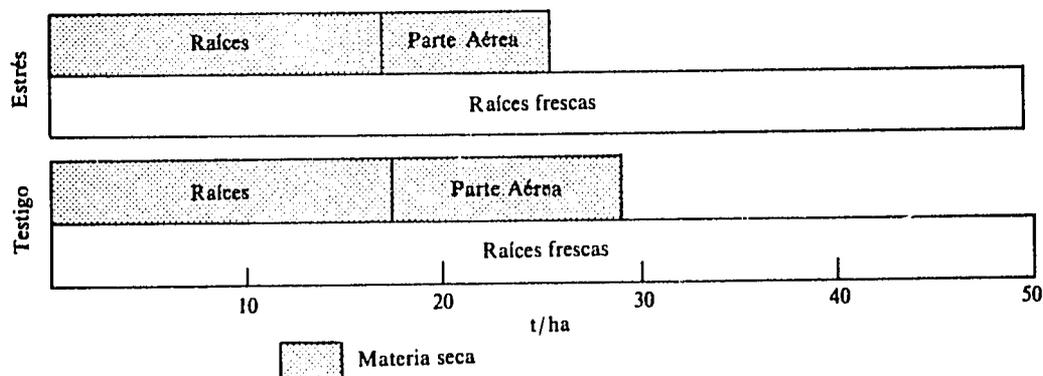
La fotosíntesis de las hojas, medida en el campo con un equipo portátil, se mantuvo a un 70% del máximo nivel durante el período de estrés —otro hallazgo sorprendente y alentador.



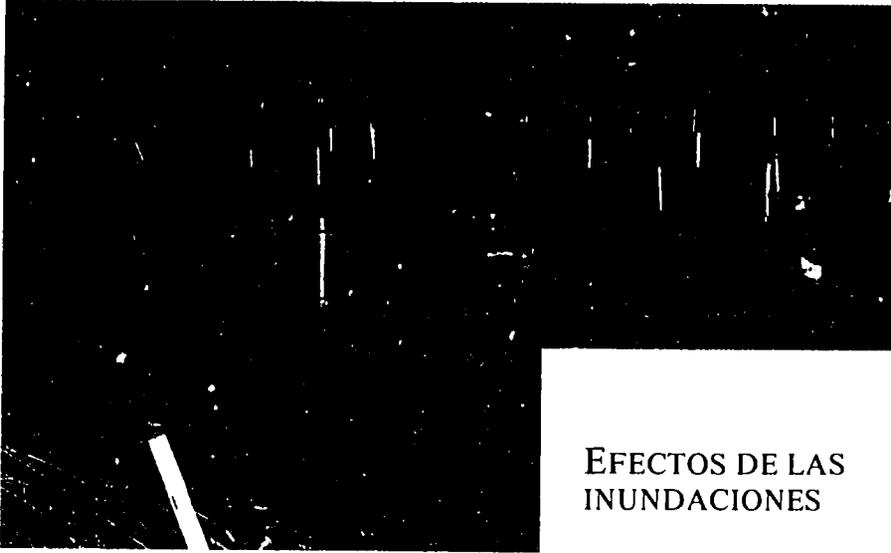
La calidad de las raíces de dos variedades de yuca sometidas durante cuatro meses a estrés de agua no se afectó.

CONTENIDO DE HCN

Si las raíces con contenido alto de cianuro no se procesan adecuadamente, la yuca puede representar un serio riesgo para la



Efecto de un prolongado período de estrés de agua, en una etapa inicial del cultivo, sobre la producción media de ocho cultivares de yuca.



Parcela experimental donde los investigadores del CIAT evaluaron diferentes variedades de yuca por estrés de agua. Las cuarenta toneladas por hectárea que se cosecharon demuestran la fortaleza del cultivo.

EFFECTOS DE LAS INUNDACIONES

Los científicos tenían interés por identificar cultivares de yuca que resistieran inundaciones por períodos cortos, otra forma de estrés de agua. Para preseleccionar variedades tolerantes durante etapas iniciales del crecimiento, los mejoradores y fisiólogos ensayaron clones cultivados en materas con tierra o tierra y arena.

salud de las personas o animales que la consumen. Normalmente, el estrés de agua aumenta el nivel de HCN en la raíz —con frecuencia a niveles inaceptables.

Los investigadores encontraron que cuando se sometieron algunos clones a estrés de agua el contenido de HCN se incrementó, pero en dos líneas avanzadas del CIAT se mantuvo básicamente sin cambios. Estos hallazgos son significativos para el proceso de selección de clones dulces, porque algunos cultivares de yuca considerados como tal bajo condiciones favorables, pueden volverse amargos cuando son sometidos a estrés.

Por otra parte, algunas variedades cultivadas por sus niveles bajos de HCN pueden mantener éstos incluso en estrés. Tales clones podrían usarse en regiones donde la sequía prolongada es común, como el Sahel o Africa oriental.

“Con frecuencia, la yuca es el único alimento que los habitantes del trópico tienen para comer cuando los demás cultivos se han secado.”

Las plantas se inundaron durante 24 y 72 horas y se compararon las diferencias en tolerancia de los cultivares. Los científicos concluyeron que las diferencias en la retención de agua en la hoja y en la formación de la raíz aparentemente estaban relacionadas con la respuesta de la planta a la inundación y ahora se concentran en los factores fisiológicos y patológicos que afectan esta tolerancia.



21

PRODUCCION AGRICOLA SOSTENIDA EN EL PROGRAMA DE ARROZ

En el mundo en desarrollo, un requisito importante para aumentar la producción agrícola en forma sostenida es establecer efectivos programas integrados de investigación y extensión. El Programa de Arroz facilita estos esfuerzos ayudando a desarrollar planes completos de investigación y transferencia de tecnología arroceras en esta parte del mundo.

Las investigaciones del Programa benefician a los programas nacionales, muchos de ellos con recursos limitados, desarrollando líneas mejoradas y métodos de cultivo que se pueden adaptar para uso local. Estas líneas incorporan resistencia o tolerancia a los principales estreses que afectan la producción de arroz. Unas líneas adaptadas a suelos ácidos podrían mejorar la productividad del arroz en las sabanas tropicales. El Programa, reconociendo la dependencia mutua de la agricultura y el ambiente, ha desarrollado tecnologías integradas de manejo que contribuyen a sostener la producción.

También se están reforzando las redes de investigación y capacitación. Estas redes facilitan la adopción de tecnología, para que los programas nacionales transfieran más efectivamente métodos integrados de manejo.

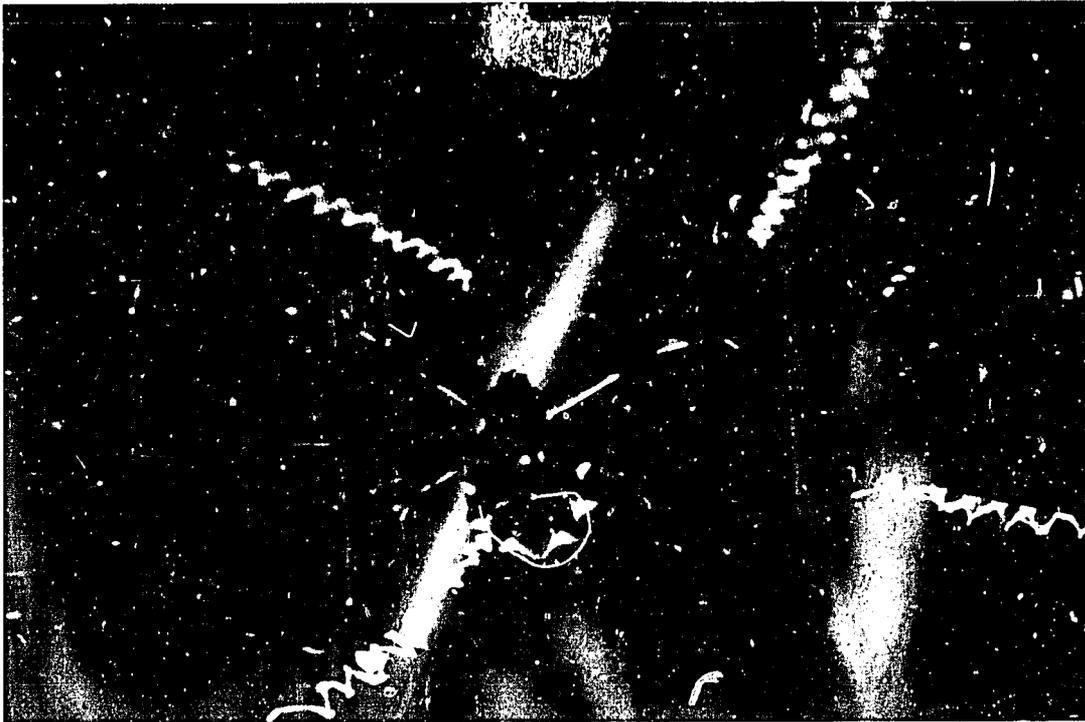
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS PARA EVITAR USO EXCESIVO DE PLAGUICIDAS

Muchos arroceros utilizan inadecuadamente los plaguicidas con lo que aumentan innecesariamente los costos sin mejorar los rendimientos

El uso excesivo de plaguicidas durante muchos años para controlar el *Sogatodes oryzae* ha causado que éste desarrolle resistencia a aquéllos. Un estudio de los investigadores del Programa de Arroz del CIAT ha encontrado que se necesitó diez veces más insecticida para matar a los insectos recolectados en dos lugares de Colombia con alto uso de insecticidas, que para un grupo testigo no expuesto a éstos. Datos anteriores muestran que muchos arroceros colombianos han utilizado mal los insecticidas en sus cultivos, lo cual puede llevar a un dramático desequilibrio ecológico y aumentar los costos de producción sin mejorar el rendimiento.



El manejo integrado de plagas puede requerir del uso de insecticidas si las poblaciones de una plaga son altas. Los productos que se van a utilizar deben seleccionarse cuidadosamente.



Los organismos benéficos como las arañas predadoras de sogata se encuentran en el cultivo durante todo su ciclo vegetativo. El control biológico con enemigos naturales es un componente fundamental del manejo integrado de plagas.

LA CAUSA

El uso indebido de plaguicidas en un lugar puede causar un aumento significativo en las plagas debido a la exterminación de sus predadores y parásitos. En el caso de *S. oryzae*, el mal uso probablemente ha hecho que éste desarrolle resistencia a los insecticidas, obligando a los agricultores a aplicar más químicos para obtener el mismo nivel de control. En algunas partes de Colombia los agricultores han venido incrementando el uso de químicos contra la plaga, lo cual sugiere que sí se ha desarrollado resistencia.

Para confirmar esto, los científicos empezaron por determinar la dosis del insecticida monocrotopos necesaria para matar la mitad (DL50) de los insectos de una población testigo criada en un ambiente



El insecto sogata puede desarrollar resistencia a los insecticidas si éstos se usan excesivamente.

controlado, sin exposición a insecticidas por tres años.

Otras DL50 se determinaron para colonias establecidas con insectos recolectados en varios campos de arroz de Tolima, Colombia, donde se han usado insecticidas ampliamente por muchos años. Al comparar sus DL50 con aquélla del grupo testigo, se encontró que los insectos provenientes de Tolima tenían resistencia al monocrotofos.

La conclusión: el uso irracional de plaguicidas establece cambios en el ambiente con consecuencias impredecibles, además de reducir la rentabilidad del cultivo. La mejor solución es usar un plan de manejo integrado de cultivo que puede incluir un uso racional de insecticidas. Esto no sólo concientizará a los agricultores sobre los beneficios de un

manejo apropiado del cultivo, sino que también ayudará a detener el desarrollo de resistencias a los insecticidas y prolongará la vida útil de las sustancias.

“La mejor solución es usar un plan de manejo integrado del cultivo...”

Este concepto ha llevado a demostraciones del manejo integrado de plagas (MIP) en Colombia y Ecuador, donde existen planes nacionales de arroz. Los agricultores, reconociendo su éxito, están empezando a adoptar prácticas de MIP. Ya se tiene evidencia de que hay una reducción sustancial en la cantidad de pesticidas usada en estas áreas de experimentación.



Las poblaciones de sogata se evalúan contando aquéllas atrapadas en la red (jama). Si la población es alta, o la variedad susceptible, se podría optar por usar un insecticida.

COLOMBIA LIBERA VARIEDADES DE ARROZ EN TIEMPO RECORD

Métodos de selección comprobados restan años al tiempo de liberación de una nueva variedad de arroz

Dos nuevas variedades de arroz de riego y de secano favorecido, liberadas recientemente por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se desarrollaron en un tiempo récord. La velocidad con que estas líneas pasaron por el intenso proceso de evaluación indica que ahora es posible acelerar la liberación de variedades en muchos países.

Llanos de Colombia estaba amenazada por las enfermedades y los altos costos de producción. Las variedades disponibles eran susceptibles a la importante enfermedad de la piricularia. Al mismo tiempo, una grave epidemia del virus de la hoja blanca alentaba a los agricultores a usar excesivas cantidades de plaguicidas tratando de

ANTECEDENTES

En 1985, la producción de la importante zona arrocera de los



En el Centro Regional de Investigación La Libertad, investigadores del ICA y del CIAT observan las nuevas variedades. Estas fueron desarrolladas en tiempo récord por el consorcio ICA-CIAT-FEDEARROZ.

controlar el insecto que transmite el virus. Se necesitaban urgentemente variedades resistentes a ambas enfermedades.

Los científicos del ICA, CIAT y la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ), lanzaron un plan acelerado de selección, evaluación y avance generacional para enfrentar estos desafíos como parte del plan nacional de mejoramiento de arroz en Colombia.

Esto es un ejemplo de cómo un centro internacional de investigación agrícola, un programa nacional y un gremio particular pueden elaborar planes y trabajar juntos.

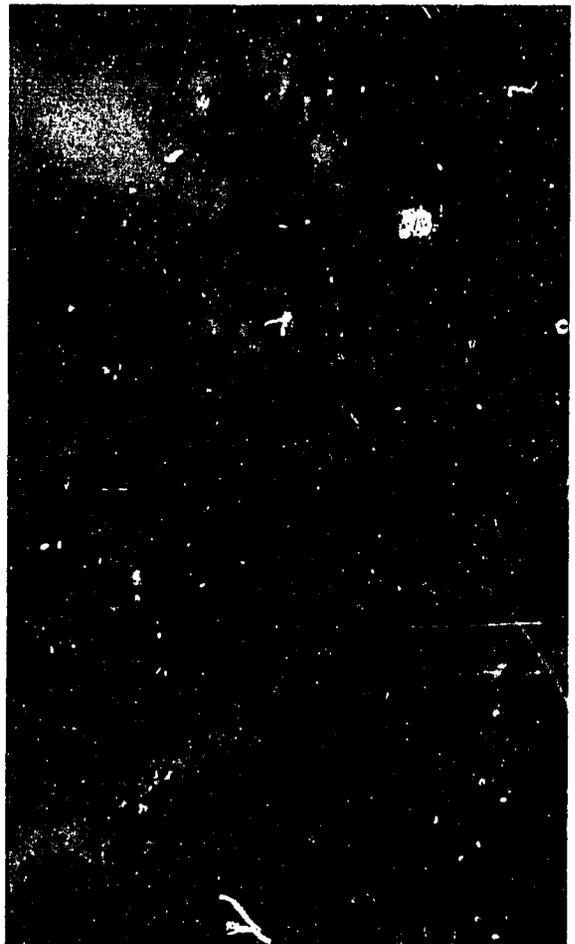
PIRICULARIA

Las dos nuevas variedades fueron las primeras en pasar por la estación experimental Santa Rosa a partir de la segunda generación. Esta estación, con sus 26 hectáreas para secano favorecido, está ubicada al borde de los Llanos colombianos y tiene alta incidencia de la enfermedad. Su alta pluviosidad (hasta 3000 mm/año) y humedad durante el desarrollo del cultivo favorecen al hongo causante de la piricularia, la más grave y difundida enfermedad del arroz en

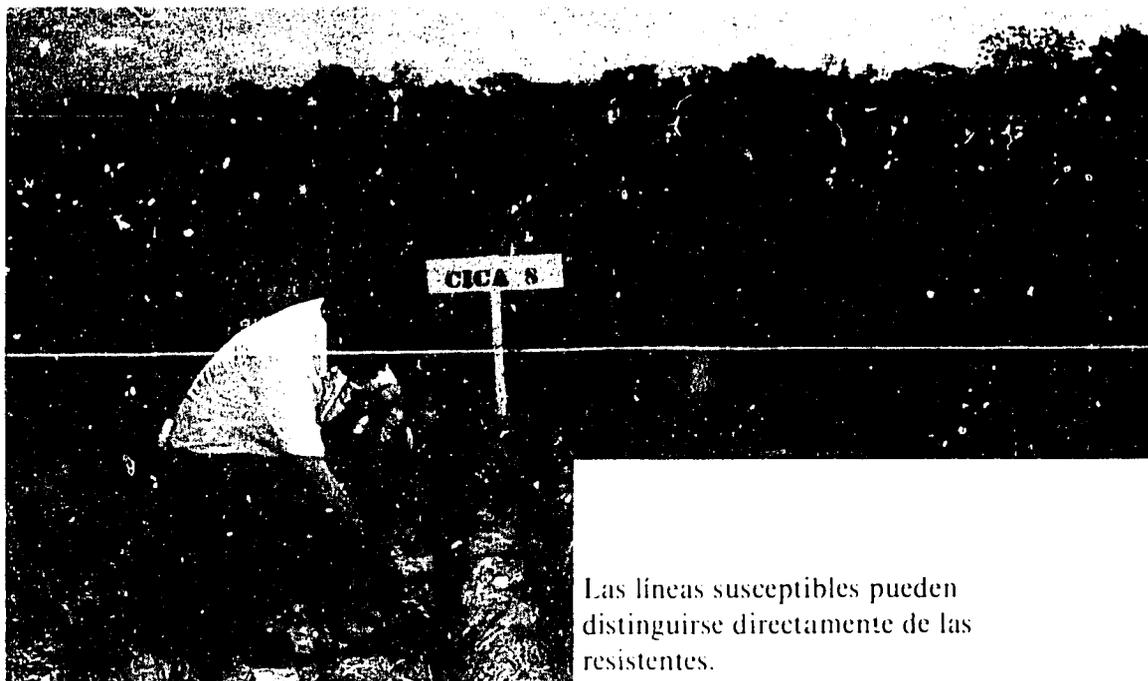
“Estas líneas resistentes al virus de la hoja blanca y a sogata fueron las primeras que alcanzaron producción comercial.”



Investigador del ICA se dirige a los agricultores de los Llanos Orientales durante el día de campo organizado para entregar las nuevas variedades. En esta zona se produce el 30% del arroz que se consume en Colombia.



La resistencia a piricularia que tienen Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5 permitirá a los agricultores reducir los costos de protección del cultivo y aumentar su rentabilidad.



Las variedades que se siembran tradicionalmente en los Llanos, como CICA 8, tienen bajo nivel de resistencia a las principales enfermedades que allí se presentan.

América Latina, endémica en la región. Por lo tanto, las líneas segregantes se seleccionan y avanzan en medio de una fuerte presión de piricularia. Además, la acidez del suelo y el patrón de pluviosidad son similares a las condiciones de secano favorecido de muchas partes de América Latina.

HOJA BLANCA

Las nuevas líneas también pasaron por el proceso altamente exitoso de preselección del virus de la hoja blanca (VHB), desarrollado por el CIAT hace tres años. Para el virus de la hoja blanca se crían colonias con un alto porcentaje de sogata, el insecto vector, las cuales al liberarlas sobre el material genético a ser caracterizado, garantizan una infección razonablemente uniforme.

Las líneas susceptibles pueden distinguirse directamente de las resistentes.

Estas líneas son las primeras resistentes al virus de la hoja blanca y a sogata que alcanzan producción comercial. La resistencia al VHB y a sogata es una condición necesaria para la implementación del enfoque de manejo integrado de plagas en los trópicos americanos. Sin éste, se corre el riesgo de tener graves epidemias del virus y de aplicaciones indiscriminadas de plaguicidas por parte de los agricultores, lo cual trastorna el equilibrio ecológico y presenta un riesgo para la salud humana.

Además de su resistencia, las nuevas variedades también dan altos rendimientos y tienen buena calidad de grano.

EXITOSO PLAN NACIONAL

La velocidad con la cual las variedades fueron preseleccionadas y liberadas refleja el éxito del plan colombiano de mejoramiento.

Los investigadores de las anteriores entidades pudieron responder



Oryzica Llanos 5 tiene tallos fuertes y flexibles. Es resistente al volcamiento, y se recomienda para los sistemas de riego y seco.



Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5 son las primeras variedades comerciales con resistencia al complejo sogata-hoja blanca. Esta característica es importante para un manejo integrado de plagas

rápidamente a la necesidad que existía en diversas partes de Colombia de contar con variedades resistentes a la piricularia. Con unas metas claras, responsabilidades bien definidas y las herramientas y sitios de evaluación a mano, las variedades Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5, procedentes de líneas evaluadas de los cruces hechos a principios de 1984 estarán en los campos de los agricultores en 1989. Esto contrasta con procedimientos anteriores cuando el desarrollo de una nueva variedad se demoraba típicamente 6-8 años.

RED DE ARROZ DEL CARIBE RECIBE IMPULSO

Nuevas variedades de arroz, prácticas agronómicas mejoradas, la mecanización e investigadores mejor capacitados pueden conducir a la autosuficiencia

La Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe fue establecida en 1986 por el CIAT y el International Rice Research Institute (IRRI) con financiamiento de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), para beneficiar países arroceros como Belice, Cuba, Guyana, Jamaica, Haití, República Dominicana, Surinam, y Trinidad y Tobago. Su impacto ya es evidente, aunque la región importa grandes cantidades de arroz.

Respecto a germoplasma, por ejemplo, se han evaluado un total de 2118 líneas y se han seleccionado 538 para los diversos ecosistemas de producción en el área. En junio de 1986 la Red y el Centro de Investigaciones Arroceras (CEDIA), República Dominicana, establecieron ensayos regionales de líneas avanzadas en varios sitios. En 1989, se multiplicarán cinco líneas enanas promisorias y se establecerán parcelas de demostración. Las líneas maduran en 130-140 días, tienen buen potencial de rendimiento —entre 5.3 y 7.5 t/ha— y buena calidad de grano.

Entre este año y el próximo se espera la liberación de una o dos variedades.

La red y el CEDIA promueven mejores prácticas agronómicas como fertilización, preparación y nivelación técnica del suelo y control de plagas, enfermedades y malezas. Pruebas en fincas pequeñas demuestran que con



En República Dominicana un grupo de técnicos identifica variedades comerciales en condiciones de campo como parte del curso internacional de producción de arroz.



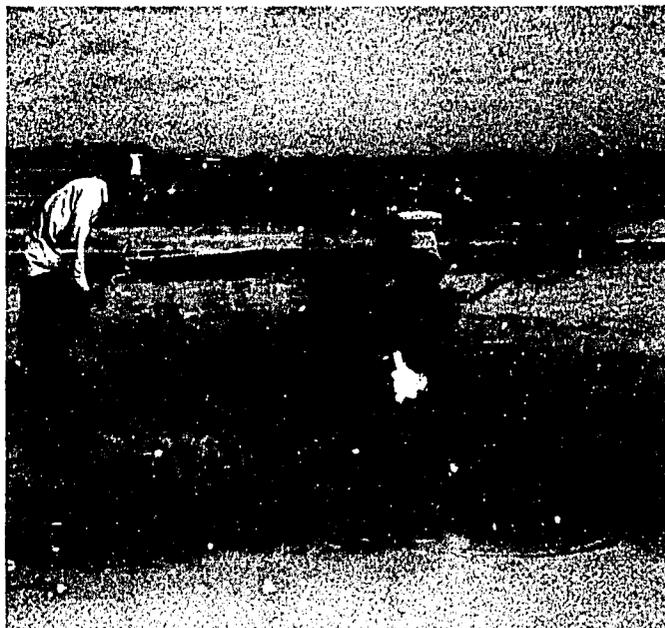
Práctica de trasplante manual por un grupo de técnicos en la estación experimental Mauge, en Arribonito, Haití.

estas prácticas es posible reducir la infestación de arroz rojo en un 70%, los costos por hectárea en un 19% y aumentar la productividad hasta en un 53%.

La red también capacita investigadores. En los últimos dos años, un total de 75 profesionales han participado en actividades relacionadas con producción e investigación en arroz: producción de semilla; certificación, evaluación y selección de materiales genéticos y adecuación de tierras bajas para la producción de arroz. En 1988 un curso sobre tecnología moderna de producción en riego atrajo 25 investigadores de República Dominicana, Haití y Cuba.

MAQUINARIA PARA EL PEQUEÑO AGRICULTOR

En el Caribe, la mano de obra rural es generalmente escasa, especialmente para la preparación de tierra y la cosecha. Estas dos actividades normalmente comprenden 50% de los



En República Dominicana se ha ensayado con éxito este pequeño motocultor diseñado por el IRRI, que aquí se utiliza para la nivelación adecuada del terreno.



Adecuación de una parcela utilizando motocultores. La utilización de maquinaria apropiada podría reducir los costos de producción del cultivo en el área del Caribe.

con arado, rastra y un nivelador de suelo, y en 1991 una segadora/cosechadora y una trilladora. Esta maquinaria puede usarse en las áreas arroceras de Haití, República Dominicana, Jamaica, Belice y Trinidad y Tobago.

costos totales de producción. De acuerdo con datos de República Dominicana, estos costos se podrían reducir un 33.3% utilizando maquinaria apropiada.

Teniendo en cuenta esto, en 1987 los especialistas de la Red iniciaron un proyecto de mecanización agrícola al introducir y modificar un motocultor, una cortadora y una trilladora, diseñadas en el IRRI, en Filipinas, las cuales produjeron muy buenos resultados en fincas pequeñas. Uno de los propósitos principales del proyecto es promover la fabricación, uso y evaluación en el campo de esta maquinaria, que podría incluso utilizarse en otras tareas agrícolas.

Este año y el entrante se fabricará y evaluará en la región un motocultor

“Se espera que estos avances [hagan]... a estos países autosuficientes en la producción de arroz.”

Se espera que estos avances harán posible el desarrollo de sistemas de producción que se adapten a las condiciones económicas y ecológicas de cada región para hacer a estos países autosuficientes en la producción de arroz.

NUEVO METODO DE CRUZAMIENTO AYUDA A LOS PROGRAMAS NACIONALES

Un método de cruzamiento que ahorra tiempo, tierra y mano de obra puede ayudar a los programas nacionales a liberar variedades de arroz más pronto

Un nuevo método de cruzamiento desarrollado en el Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Brasil y el Institute de Recherches Agronomiques Tropicales et de Cultives Vivrières (IRAT), Francia, reduce drásticamente el tiempo, mano de obra y costo de producción de nuevas variedades. El método de hibridación fue modificado y adaptado por los científicos arroceros del CIAT para los sistemas de investigación agrícola nacionales. Este permitirá a los mejoradores de arroz superar las principales limitaciones a su capacidad para desarrollar programas efectivos de cruzamiento.

Los programas nacionales constantemente deben desarrollar variedades mejoradas de arroz para que sus agricultores se mantengan adelante de los cambiantes complejos de insectos y enfermedades. Esto implica que se debe conservar la variabilidad genética y se deben generar nuevas combinaciones genéticas para que haya disponibilidad de materiales como nuevas variedades o como padres

para los cruzamientos. El fitomejoramiento, sin embargo, requiere de una sustancial inversión en instalaciones y materiales científicos. Si a esto se le añade la mano de obra requerida, la demanda comúnmente supera los recursos de la mayoría de las instituciones nacionales de investigación. El nuevo método requiere una inversión mínima en recursos y la mayoría de los programas nacionales ya están en posición de aprovechar su potencial.

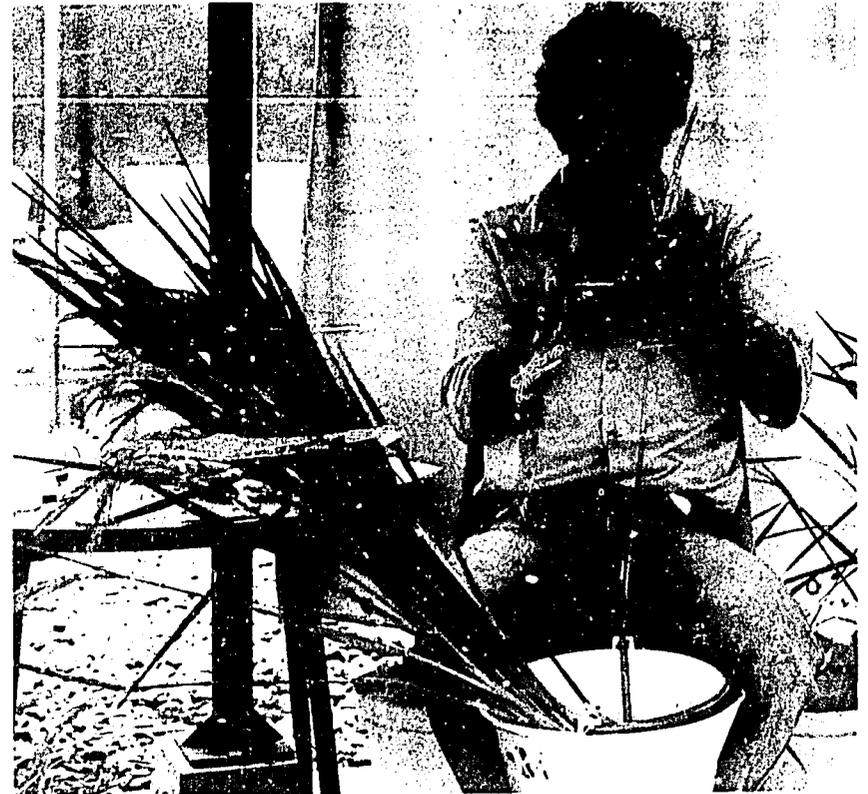
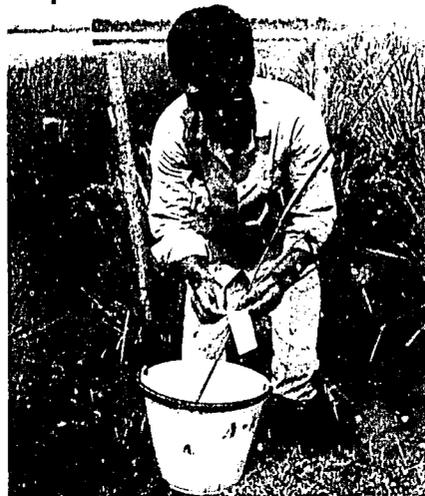
LOS PASOS

El nuevo proceso de hibridación consiste en dos pasos esenciales: emasculación y polinización. El primero incluye la extracción y apertura de las anteras, la parte masculina de la planta que se encuentra en las florecillas, y la colocación de polen sobre el estigma, la parte femenina. Estos dos pasos se han modificado y simplificado con el nuevo método para reducir la cantidad de tierra, mano de obra y tiempo utilizados.

PASOS DEL METODO DE HIBRIDACION



1. En el campo se cortan los tallos que llevan las panículas padres.



3. Al día siguiente se realiza la emasculación, o extracción de las seis anteras de la flor, con una pequeña pinza. Las panículas emasculadas se cubren con papel cristal.

2. Estos se colocan inmediatamente en recipientes con agua y se identifican con el código o nombre de la línea o variedad y la fecha.

En el método convencional los progenitores femeninos se desentierran en el campo y se colocan en materas en un invernadero. Este proceso es muy inconveniente y dispendioso y abarca mucho espacio en el invernadero, pues el cruce más sencillo requiere de una matera cien cruces ocupan cien materas. Los cruces más complicados requieren más de una.

El método modificado implica el corte de los tallos (vástagos) de los padres a nivel del suelo en el campo y su colocación en agua en un

invernadero. De modo que en lugar de transportar plantas completas del campo en grandes materas, sólo se llevan los vástagos, los cuales se pueden conservar en un solo recipiente en lugar de varias mesas.

La emasculación se hace abriendo las florecillas con tijeras y extrayéndoles las anteras con una pinza. Luego se cubren las florecillas con bolsas.



5. La panícula ya polinizada se cubre con papel cristal para evitar su contaminación con polen extraño.



4. Un día después se poliniza la panícula emasculada, colocándola debajo de la panícula que dona el polen. Una vez juntas se dan golpecitos para que el polen caiga en la primera panícula.

6. Las panículas se mantienen en condiciones óptimas de luz y en agua fresca. El papel se retira 5-7 días después de la polinización y 25-30 días más tarde la semilla está lista para cosechar.

EL PROCESO DE POLINIZACION

La polinización se puede hacer bien sea trayendo los progenitores del polen al invernadero o llevando las panículas emasculadas al campo. Las panículas con polen de los padres escogidos se agitan sobre los estigmas, los cuales se cubren por una semana.

Este método es muy eficiente: si se realizan 200 cruces triples por año, el ahorro en mano de obra alcanza hasta nueve meses-hombre, con un

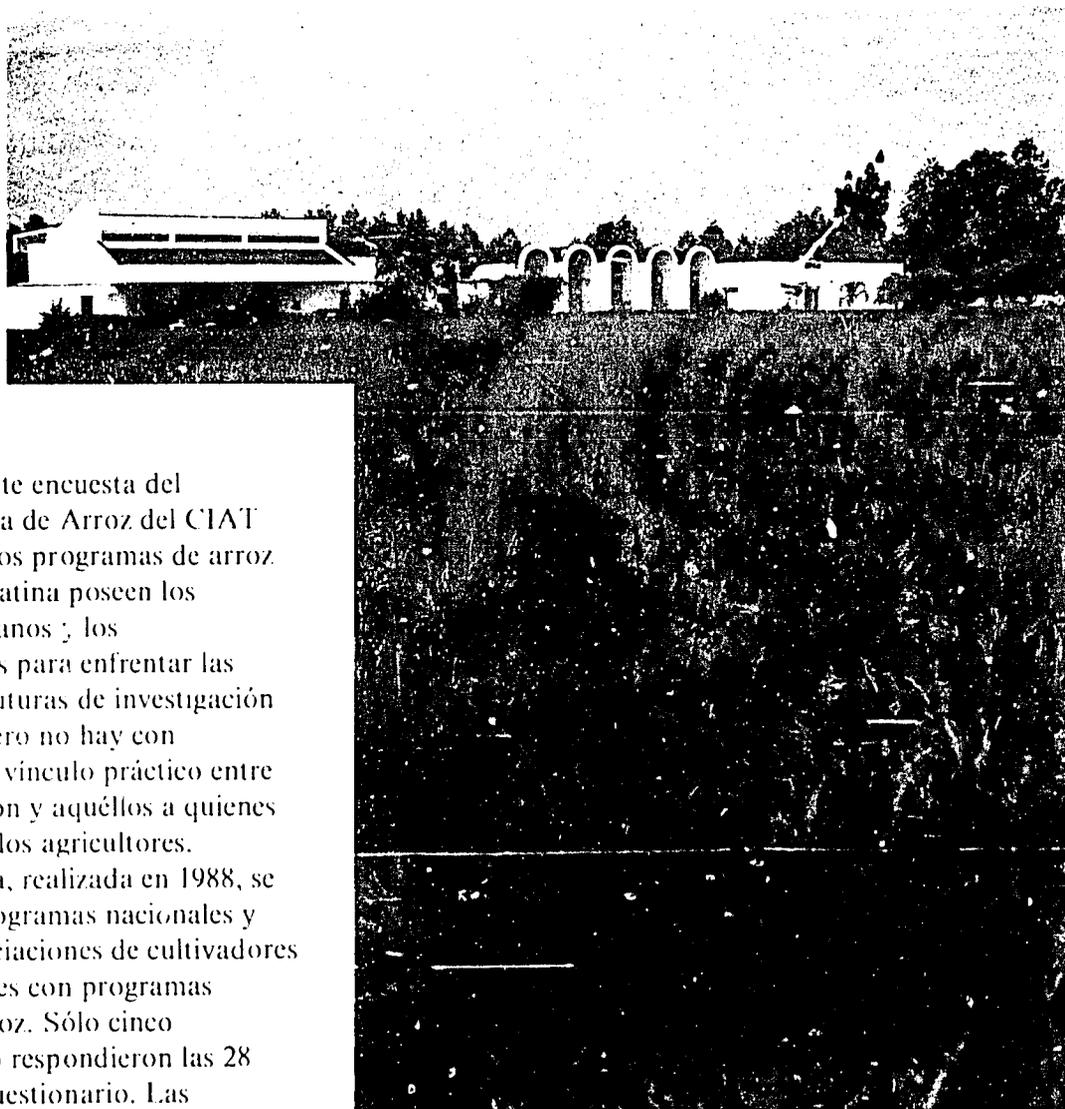
"Este método de hibridación permitirá a los mejoradores de arroz superar las principales limitaciones a su capacidad para desarrollar programas efectivos de cruzamiento."

80% menos de espacio en el invernadero y 20%-30% más semillas que con el método convencional.

Este nuevo método será de gran ayuda para los programas nacionales en su esfuerzo por producir nuevas variedades que satisfagan diversas necesidades.

ENCUESTA A PROGRAMAS NACIONALES DE ARROZ

Una mirada detallada a los programas nacionales de arroz estimula y ofrece nuevos retos



Una reciente encuesta del Programa de Arroz del CIAT muestra que los programas de arroz de América Latina poseen los recursos humanos y los conocimientos para enfrentar las necesidades futuras de investigación del cultivo, pero no hay con frecuencia un vínculo práctico entre la investigación y aquéllos a quienes está dirigida: los agricultores.

La encuesta, realizada en 1988, se envió a 31 programas nacionales y estatales, asociaciones de cultivadores y universidades con programas activos de arroz. Sólo cinco programas no respondieron las 28 páginas del cuestionario. Las respuestas representaron el 96% del área arrocerá latinoamericana.

Las estrategias futuras del Programa se estructurarán con base en los resultados de una encuesta realizada entre 31 programas de arroz.

El propósito de la encuesta fue obtener una imagen más clara de la estructura de estos programas, sus puntos fuertes, énfasis y actividades. Se cubrieron tres áreas generales: recursos, actividades de investigación y relaciones con los centros internacionales. El Programa de Arroz también estaba interesado en saber cómo eran percibidos los centros internacionales que investigan arroz.

Los datos obtenidos están ayudando al Programa de Arroz a establecer prioridades y desarrollar sus estrategias a largo plazo para la región y servirán como medida del progreso futuro.

RESULTADOS

La encuesta estableció que los programas de arroz de América

Latina cuentan con científicos idóneos para enfrentar las necesidades futuras de producción de arroz en la región. Existen casi 300 profesionales arroceros de los cuales más del 50% tienen siete o más años de experiencia.

Su nivel académico es alto: 80% tienen el grado de ingeniero agrónomo o más alto y 35% el de *Master Scientiae* o más alto.

Setenta por ciento de los científicos trabajan en actividades relacionadas con la investigación, principalmente agronomía y fitomejoramiento. Sin embargo, otros campos están mal representados -especialmente la tecnología de semillas, las ciencias sociales, la extensión y la capacitación. Estas disciplinas no están típicamente ligadas directamente con la investigación, lo cual indica que la transferencia de



Parcelas de observación en Quilimapu, Chile. En América Latina la mitad de los programas que adelantan investigación en arroz generan variabilidad genética.

tecnología y la socioeconomía pueden, desafortunadamente, ser consideradas como actividades no relacionadas.

Así que aunque el componente de investigación en la ecuación es alto, un área potencialmente débil en el sistema parece ser la de las ciencias sociales, las cuales pueden contribuir materialmente a la evaluación de tecnologías viejas y nuevas, proporcionar diferentes perspectivas sobre problemas de manejo de cultivos y de transferencia de tecnología y ayudar a orientar la investigación y el manejo de prioridades. La debilidad de los vínculos de extensión ha limitado la adopción de tecnología superior simplemente porque la investigación no llega a los extensionistas.

USO DEL GERMOPLASMA

Los programas nacionales aprovechan el germoplasma proveniente de otros programas para sus ensayos avanzados de rendimiento y sus programas de cruzamiento y desarrollo de variedades. La mitad de ellos, que representan el 90% del área arrocera de América Latina, generaron su propia variabilidad genética durante el período 1983-1987, en el cual realizaron un promedio de 1900 cruces por año, más de los que el CIAT realiza.

Durante el mismo período, en los ensayos de rendimiento, hubo más líneas introducidas que desarrolladas localmente. Sin embargo, las 53 variedades liberadas provinieron de ambos orígenes en proporciones más o menos similares.

Aunque se está acelerando el proceso que conduce a la liberación

de una nueva variedad, el tiempo aún es demasiado largo. Más de la mitad de las últimas líneas liberadas estuvieron seis años en ensayos de rendimiento. La situación empeora con el retraso en la producción de semilla básica, que con frecuencia no se consigue hasta después de la liberación de la variedad.

“La encuesta estableció que los programas nacionales cuentan con científicos idóneos para enfrentar las necesidades futuras de producción de arroz en la región.”



En Río Hato, Panamá, técnicos evalúan parcelas de arroz. El 70% de los investigadores en arroz en América Latina son agrónomos o fitomejoradores.

RELACION CON LOS CENTROS

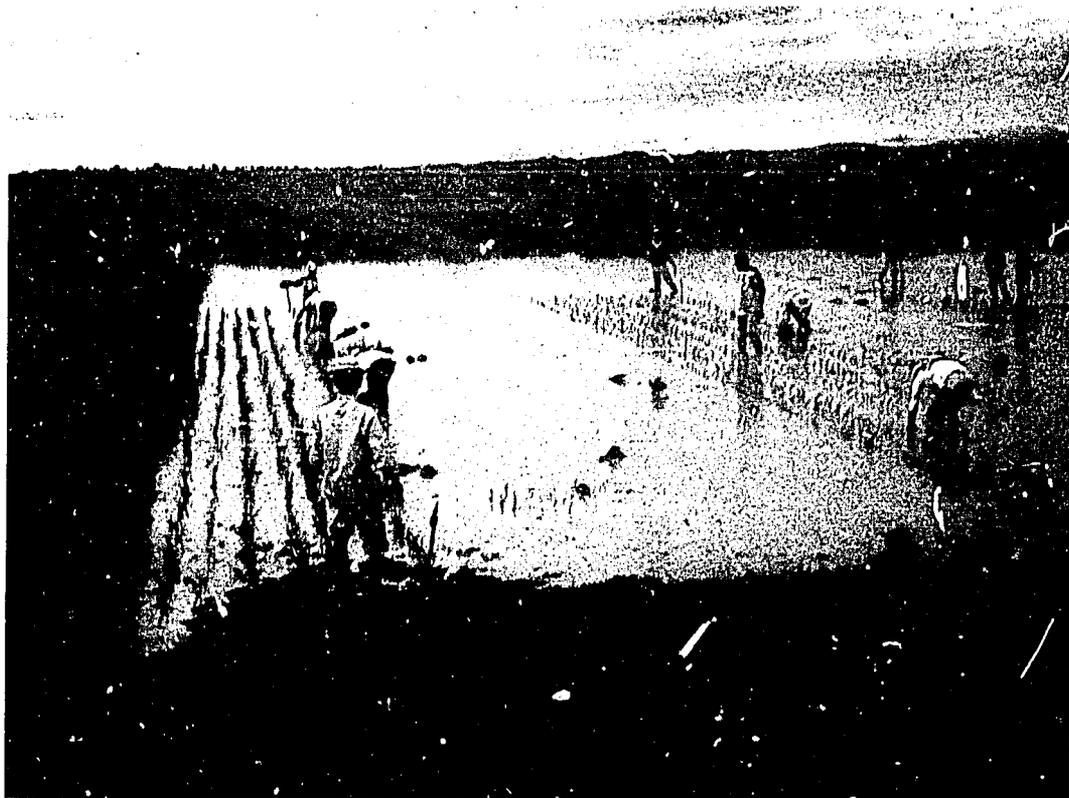
A cada programa se le pidió que indicara cómo son vistos el CIAT y el International Rice Research Institute (IRRI) como fuente de capacitación, germoplasma, materiales bibliográficos, desarrollo de metodología e identificación de problemas de la producción.

Parece que el CIAT está respondiendo a la necesidad de germoplasma de la mayoría de los programas. Sin embargo, el centro no es visto como fuente principal de nuevas metodologías ni materiales bibliográficos ni como un socio en la evaluación de problemas de la producción. Las respuestas indican

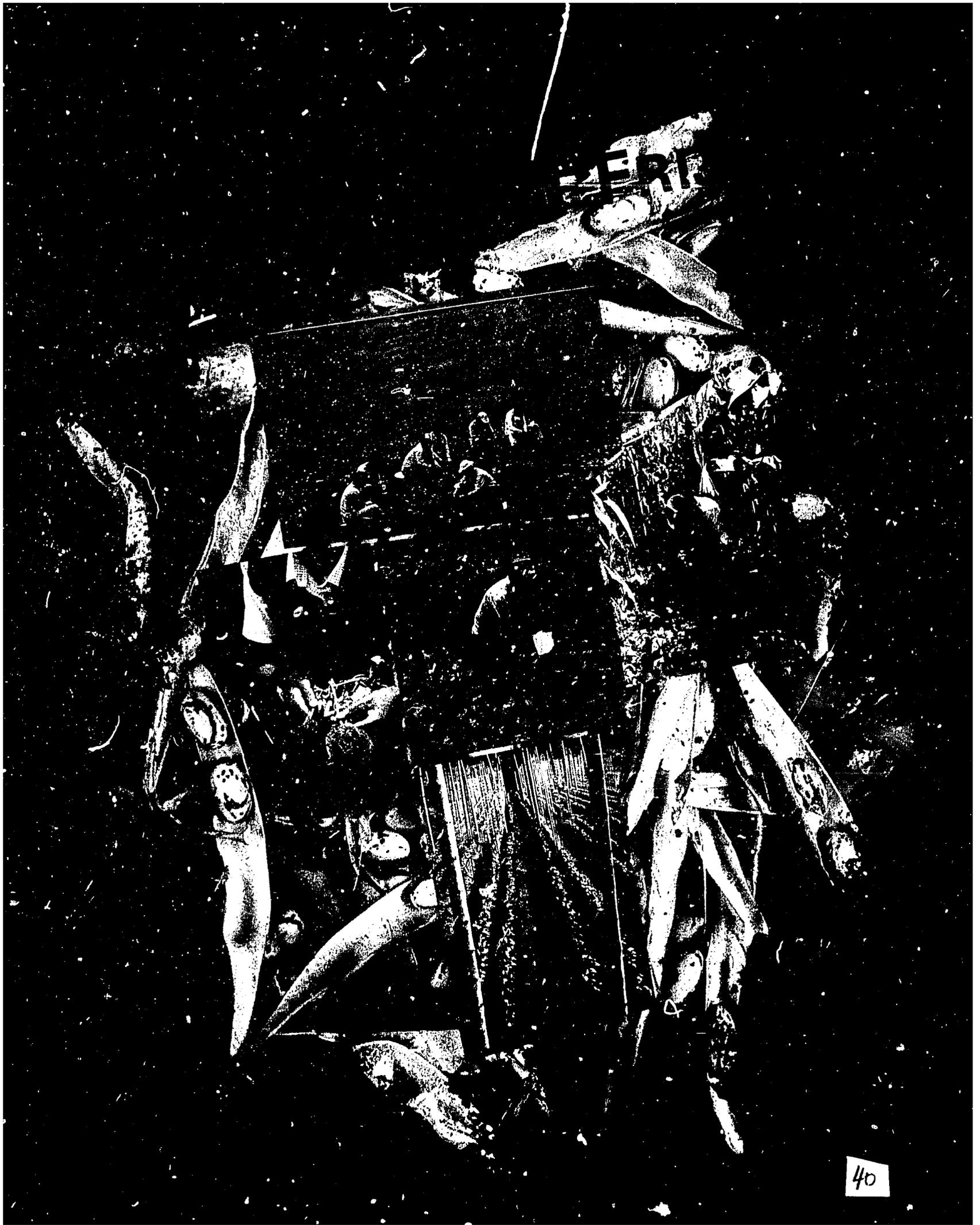
que el CIAT debería hacer más en estas áreas y ampliar el alcance de la capacitación más allá del curso básico.

EL ESTUDIO COMO UNA GUIA

El sondeo de América Latina será una guía importante para estructurar las prioridades del Programa de Arroz para el futuro. Este le ayudará a asistir a los programas nacionales en el diagnóstico de problemas y en el desarrollo de métodos para que éstos puedan hacer un uso más eficiente tanto de sus propios recursos como de aquéllos de los centros internacionales.



Participantes en capacitación en práctica de trasplante manual. Los programas nacionales tienen personal capacitado para las necesidades futuras de la producción de arroz en la región.



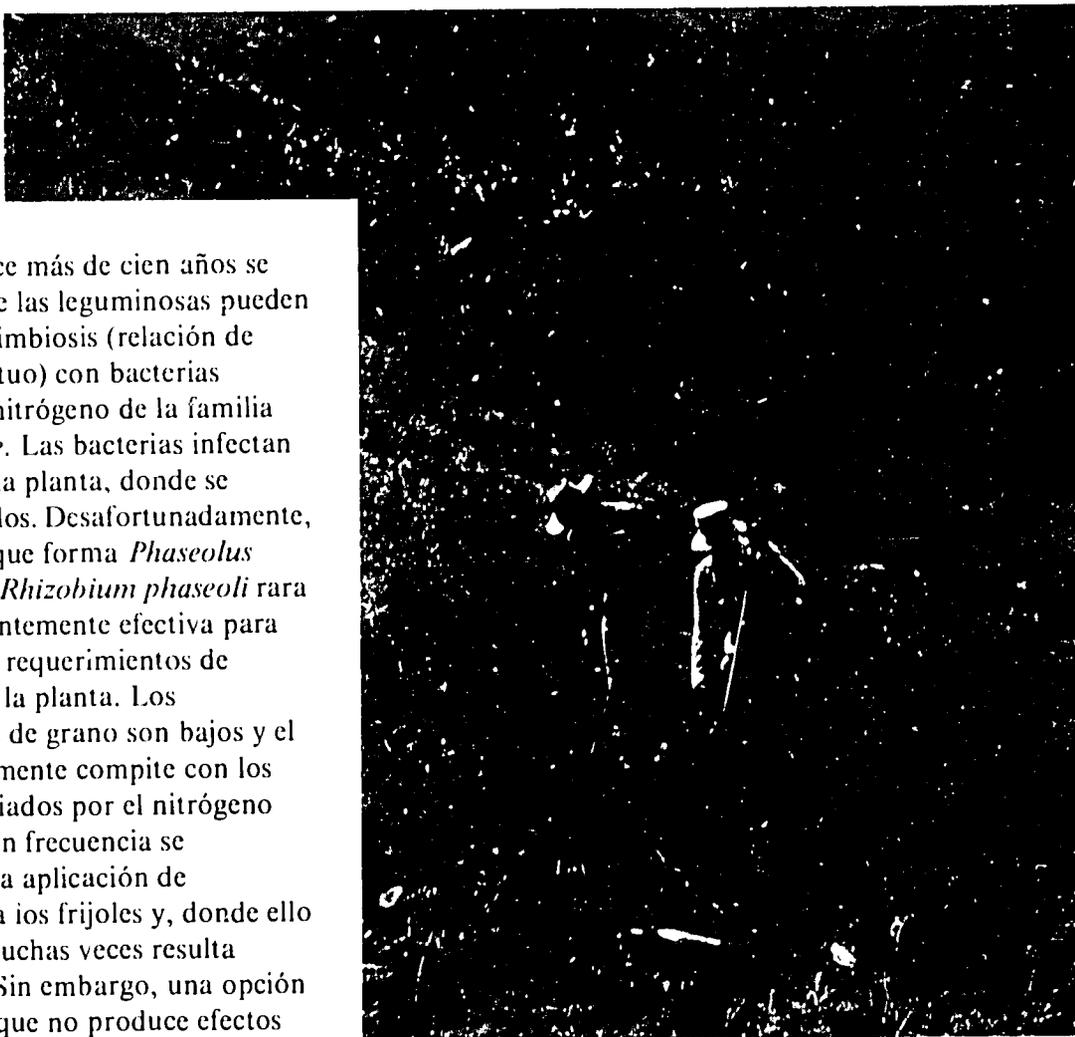
PRODUCCION AGRICOLA SOSTENIDA EN EL PROGRAMA DE FRIJOL

Cada año, la creciente población del mundo exige más de sus tierras de cultivo. Pero es necesario sostener los aumentos en la producción agrícola en los sitios más densamente poblados de la tierra. Los productos químicos y orgánicos, como los fertilizantes y los plaguicidas que se utilizan para conservar la fertilidad del suelo o para controlar enfermedades, no están al alcance de los pequeños agricultores o son muy costosos para ellos.

Una meta del Programa de Frijol es reducir las necesidades de estos insumos por parte de los pequeños agricultores, desarrollando tecnologías económicas y perdurables para fincas pequeñas con sistemas de cultivo intensivos y susceptibles de erosión. Los científicos del Programa Regional de Frijol, con sede en Ruanda, adelantan investigaciones en este aspecto en el país con la más alta densidad de población de Africa.

EN POS DEL MEJORAMIENTO DE LA FIJACION BIOLÓGICA DE NITROGENO

La manipulación de la simbiosis entre los frijoles y el *Rhizobium* y prácticas agronómicas superiores podrían mejorar la fijación biológica del nitrógeno



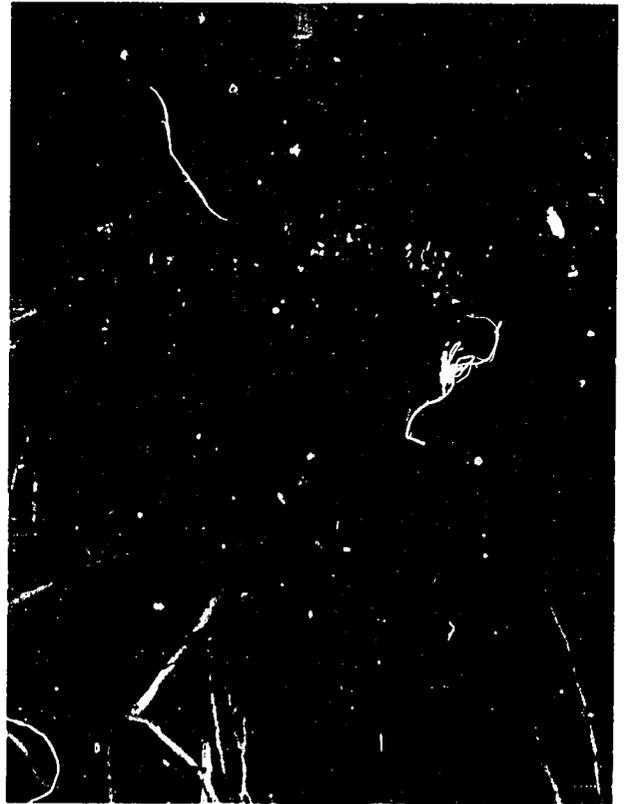
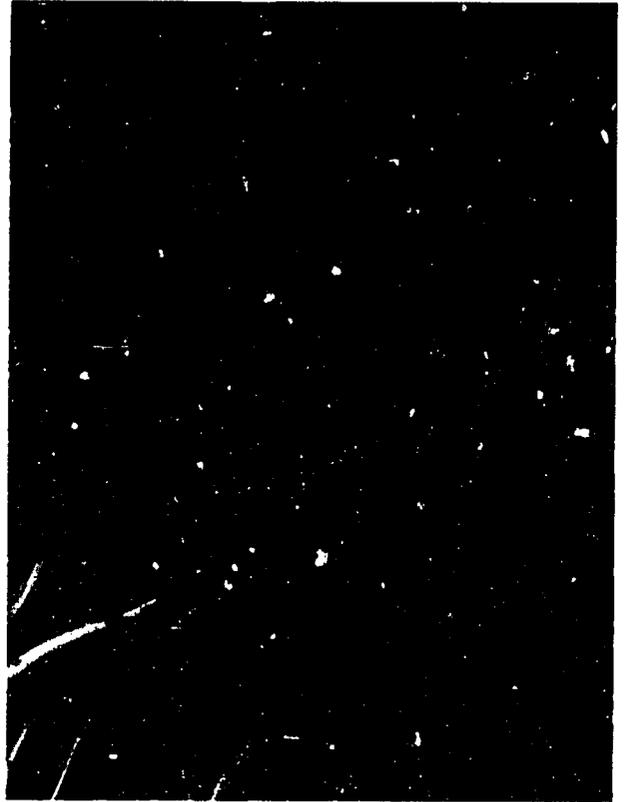
Desde hace más de cien años se sabe que las leguminosas pueden formar una simbiosis (relación de beneficio mutuo) con bacterias fijadoras de nitrógeno de la familia *Rhizobiaceae*. Las bacterias infectan las raíces de la planta, donde se forman nódulos. Desafortunadamente, la simbiosis que forma *Phaseolus vulgaris* con *Rhizobium phaseoli* rara vez es suficientemente efectiva para satisfacer los requerimientos de nitrógeno de la planta. Los rendimientos de grano son bajos y el frijol comúnmente compite con los cultivos asociados por el nitrógeno del suelo. Con frecuencia se recomienda la aplicación de fertilizantes a los frijoles y, donde ello es posible, muchas veces resulta económico. Sin embargo, una opción más barata, que no produce efectos adversos en la estructura del suelo y no conduce a la acumulación de residuos de fertilizantes en éste o en el

Es importante que las prácticas de manejo de los agricultores sean tenidas en cuenta cuando se evalúan las técnicas de inoculación.

agua, es el mejoramiento de la simbiosis fijadora de nitrógeno.

Esta opción implica el mejoramiento de los dos componentes de la simbiosis: el genotipo de frijol y la cepa de *Rhizobium*, así como el desarrollo de prácticas agronómicas que aumenten la eficiencia de la simbiosis en los campos de los agricultores.

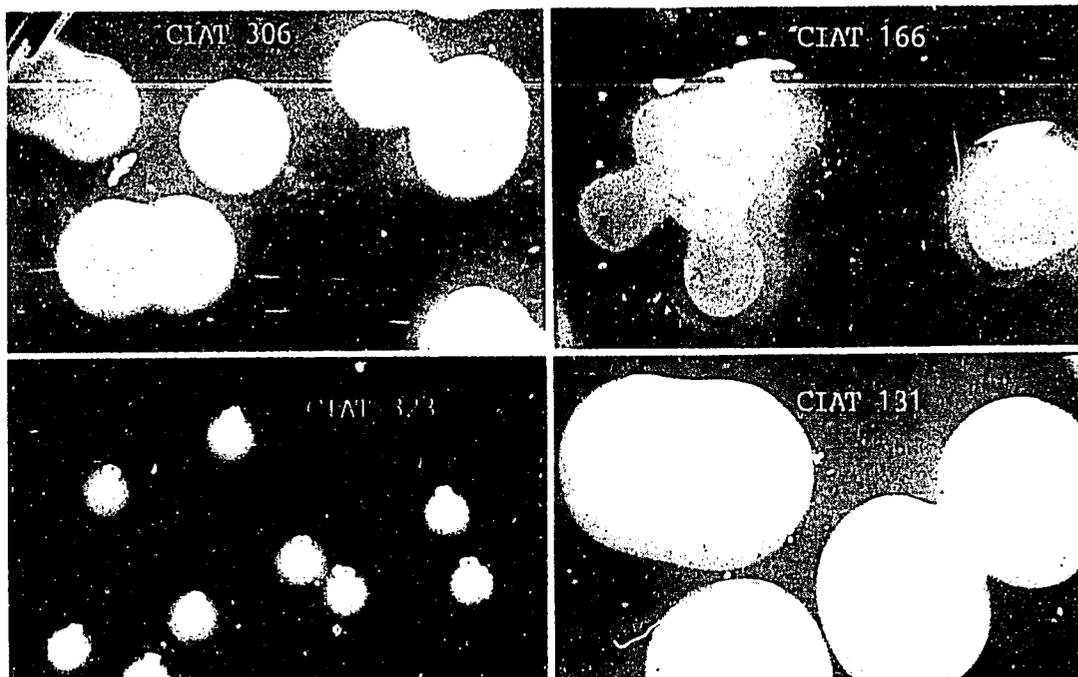
“... se espera que pronto haya genotipos comerciales con una capacidad mucho más alta de fijar nitrógeno y de rendir bien en suelos pobres.”



Unos genotipos de frijol forman rápidamente, después de la germinación, nódulos efectivos. Arriba, Chingo, una raza nativa de América Central con nodulación temprana, se compara con la línea mejorada XAN 90 (abajo).

EL GENOTIPO DE FRIJOL

En comparación con otras leguminosas como la soya o el maní, la mayoría de los genotipos comerciales de frijol tienen una capacidad de moderada a mala de mantener una simbiosis fijadora de nitrógeno. Sin embargo, se ha encontrado una considerable diversidad genética para este rasgo. Los trabajos de fitomejoramiento para incorporar buen potencial de fijación a los genotipos comerciales han tenido algunos progresos, y líneas RIZ (*Rhizobium*) ya están alcanzando etapas de evaluación final en varios países. El germoplasma recientemente identificado de América Central y Ruanda muestra buenas perspectivas. Ciertas razas nativas de estas regiones forman nódulos rápidamente después de la



Existe gran diversidad dentro de las cepas de Rhizobium que forman nódulos en el frijol. Desafortunadamente, una proporción significativa de éstas forman nódulos que fijan poco o nada de nitrógeno.

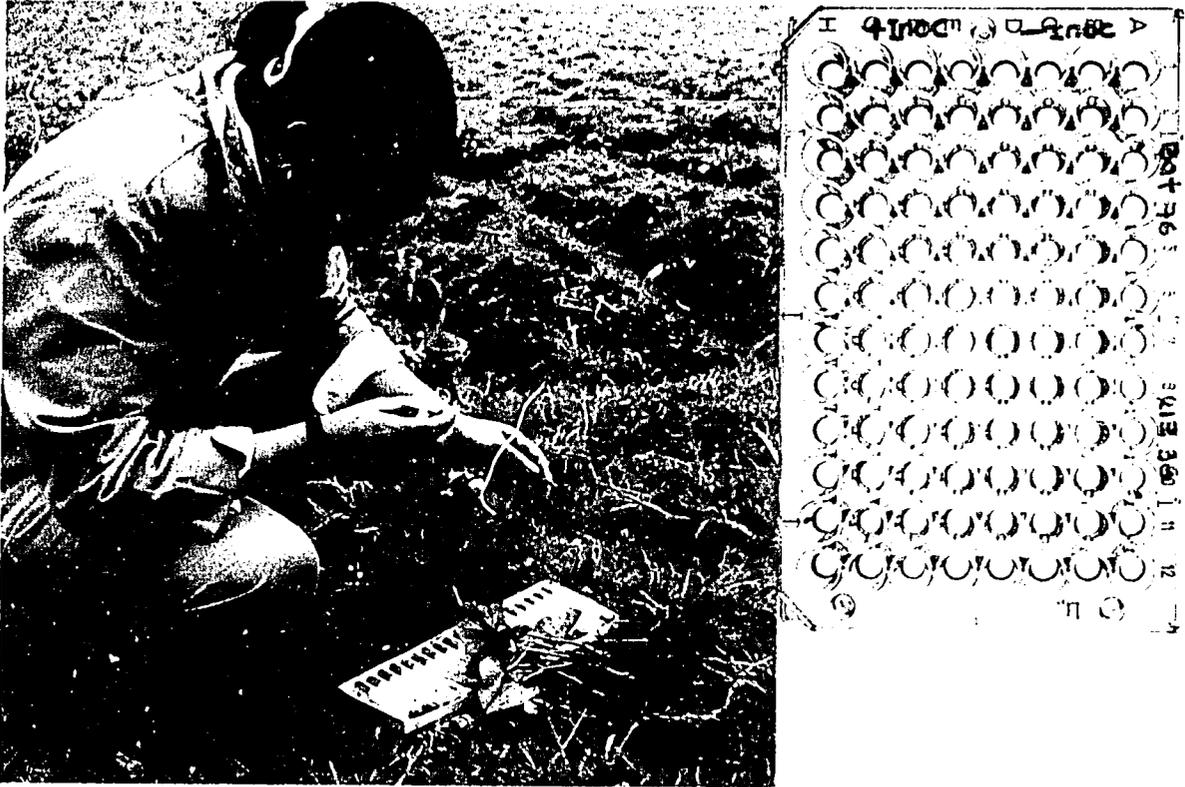
germinación, mientras que otras pueden conservar la actividad de los nódulos mucho más tiempo que los genotipos corrientes. Otros rasgos promisorios detectados recientemente en el germoplasma de ciertas áreas son el mayor tamaño y número de nódulos, la capacidad de nodular en presencia de nitrógeno mineral en el suelo (éste generalmente inhibe la

nodulación y la fijación de nitrógeno) y las altas tasas de fijación por nódulo. Se están haciendo cruzamientos y selecciones para combinar estos componentes de fijación y los científicos esperan que pronto haya genotipos comerciales con una capacidad mucho más alta de fijar nitrógeno y de rendir bien en suelos pobres.

Rendimiento de cinco variedades de frijol con diferentes tratamientos de nitrógeno en Candelaria de la Frontera, El Salvador.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha) ¹
Con urea a 180 kg/ha	2476 a
Con inoculante (cepas 3, 12, 22)	2224 a
Sin urea y sin inoculante	1654 b

¹. Las cifras con la misma letra no son significativamente diferentes a $P \leq 0.01$ de acuerdo con la Prueba de Duncan.



La prueba ELISA se utiliza para estudiar la supervivencia y la competitividad de las cepas inoculadas en diferentes ambientes de suelo

LA CEPA DE *RHIZOBIUM*

Muchas cepas diferentes de *Rhizobium* pueden nodular las plantas de frijol y éstas ocurren naturalmente en la mayoría de los suelos agrícolas. Sin embargo, una gran proporción de ellas forman nódulos que fijan poco o nada de nitrógeno. Una actividad importante del CIAT y de los programas nacionales que colaboran con él, es la selección de germoplasma de *Rhizobium* por su buen potencial de fijación y por su capacidad de sobrevivir y competir en el medio ambiente del suelo. Para algunas regiones, se han identificado cepas

mejores que las nativas, las cuales se utilizaron para inocular frijoles en ensayos en fincas. En tales experimentos en El Salvador, Costa Rica, Perú, Colombia y Ruanda, se observaron aumentos en la fijación de nitrógeno y en los rendimientos de los cultivos.

Por estos resultados los científicos del CIAT y de otras instituciones confían que la estrategia doble de mejorar tanto el genotipo del frijol como el *Rhizobium* abrirá las puertas hacia el alivio de la deficiencia de nitrógeno para la producción de frijol entre los cultivadores de escasos recursos.

NUEVO MAPA DE DISTRIBUCION DE FRIJOL PARA AMERICA LATINA

Un mapa de las características del suelo en áreas frijoleras elimina la incertidumbre en el ensayo de nuevos cultivares

La Unidad de Estudios Agroecológicos del CIAT (UEA) está elaborando un mapa con las propiedades del suelo y características climáticas de las áreas de cultivo de frijol de América Central y del Sur, y de las islas grandes del Caribe. Tal empeño, que abarca el 14% del área de suelo de la tierra, proporcionará a los investigadores y planificadores una información de alto nivel, que antes no estaba disponible, sobre la ocurrencia y extensión de los posibles problemas climáticos y del suelo de las áreas donde se cultiva frijol. El proyecto es un buen ejemplo de la cooperación científica internacional y del papel que desempeña un centro internacional de investigación agrícola para hacer algo que los programas nacionales no podrían realizar por sí solos.

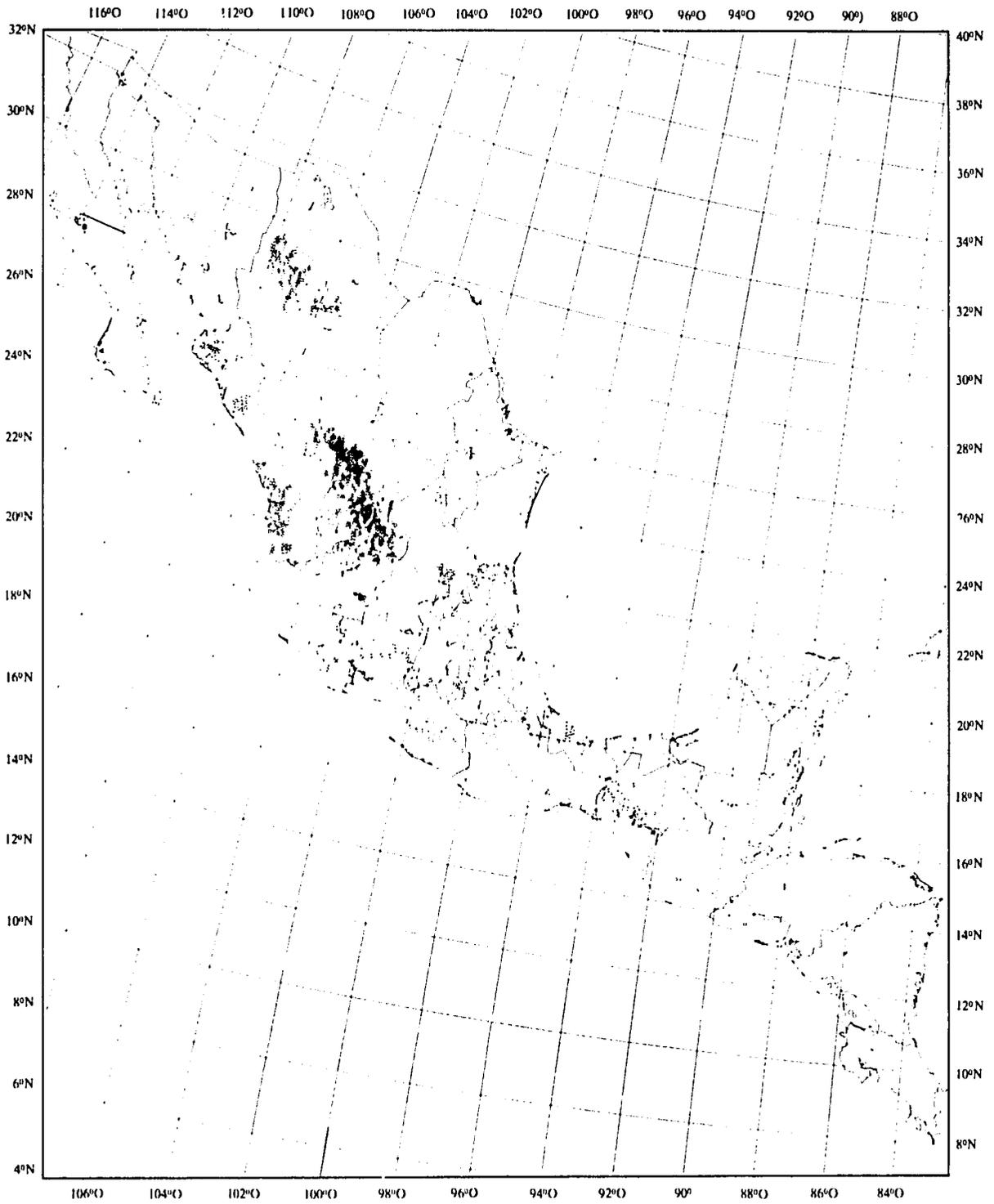
La información proviene de censos agrícolas nacionales, estadísticas de producción agrícola, publicaciones regionales de extensión e información personal de investigadores del CIAT y de los programas nacionales.



Las condiciones de los suelos de las áreas productoras de frijol son analizadas comparando las unidades de suelo de la FAO con sus respectivos perfiles.

PRODUCCION DEL MAPA

Con base en esta información se usa un digitalizador para producir un mapa de puntos de las áreas donde se cultiva frijol a una escala 1:1,000.000. Luego, se compara el mapa de puntos con el Mapa de Suelos del Mundo, de



Mapa de México, el segundo productor de frijol de América Latina después de Brasil, que muestra la distribución del cultivo. Cada punto representa 1000 hectáreas de producción. La mayor concentración se encuentra en las mesetas de Xacatecas y Durango.



Un primer paso para identificar los suelos agrícolas es la digitalización de los límites de las unidades de suelo. Aquí se digitalizan los campos frijoleros de México.

la FAO, y utilizando el graficador del CIAT se produce otro a escala 1:5,000,000. El producto es un mapa sobrepuesto que combina las áreas frijoleras con información del suelo.

Para ayudar aun más a los investigadores, la UEA proporciona información más detallada sobre las propiedades químicas y físicas de cada tipo de suelo por área, produciendo un mapa de las áreas de frijol con problemas especiales de suelo, como, por ejemplo, niveles bajos de fósforo.

Un paso más avanzado es utilizar información climática de SAMMDATA (South American Monthly Meteorological Database), para combinar, en un mapa, las coordenadas de las propiedades del suelo y las condiciones climáticas. Estos mapas, por ejemplo, pueden utilizarse para predecir áreas aisladas donde pueden presentarse suelos con niveles bajos de fósforo y con anegación, lo cual indica riesgo de toxicidad por manganeso.

Para los investigadores es muy

valioso poder estimar la extensión de regiones frijoleras con riesgo de deficiencias nutricionales del suelo u otros problemas. Esto elimina el factor de incertidumbre o el ensayo y error en las pruebas con nuevos cultivares de frijol. Los científicos, basados en los mapas, pueden estimar problemas relacionados con deficiencias del suelo, profundidad de las raíces y capacidad de intercambio de cationes (CEC)*.

La ubicación de sitios con riesgo de sequía es muy importante para decidir cuál cultivar de frijol se desempeñará mejor. Por ejemplo, una de las principales áreas para el cultivo de frijol en la región, registrada en el mapa, es México. Los científicos han hallado que el país tiene dos tipos muy distintos de sequía.

Incluso con el proyecto de América Latina aún incompleto, los mapas ya revelan regiones con potencial de toxicidad de manganeso, bajo pH, deficiencias de calcio, magnesio, potasio, fósforo o nitrógeno, poca profundidad de las raíces y combinación de estos factores.

La información es benéfica para delimitar tanto el área de investigación como el área objetivo.

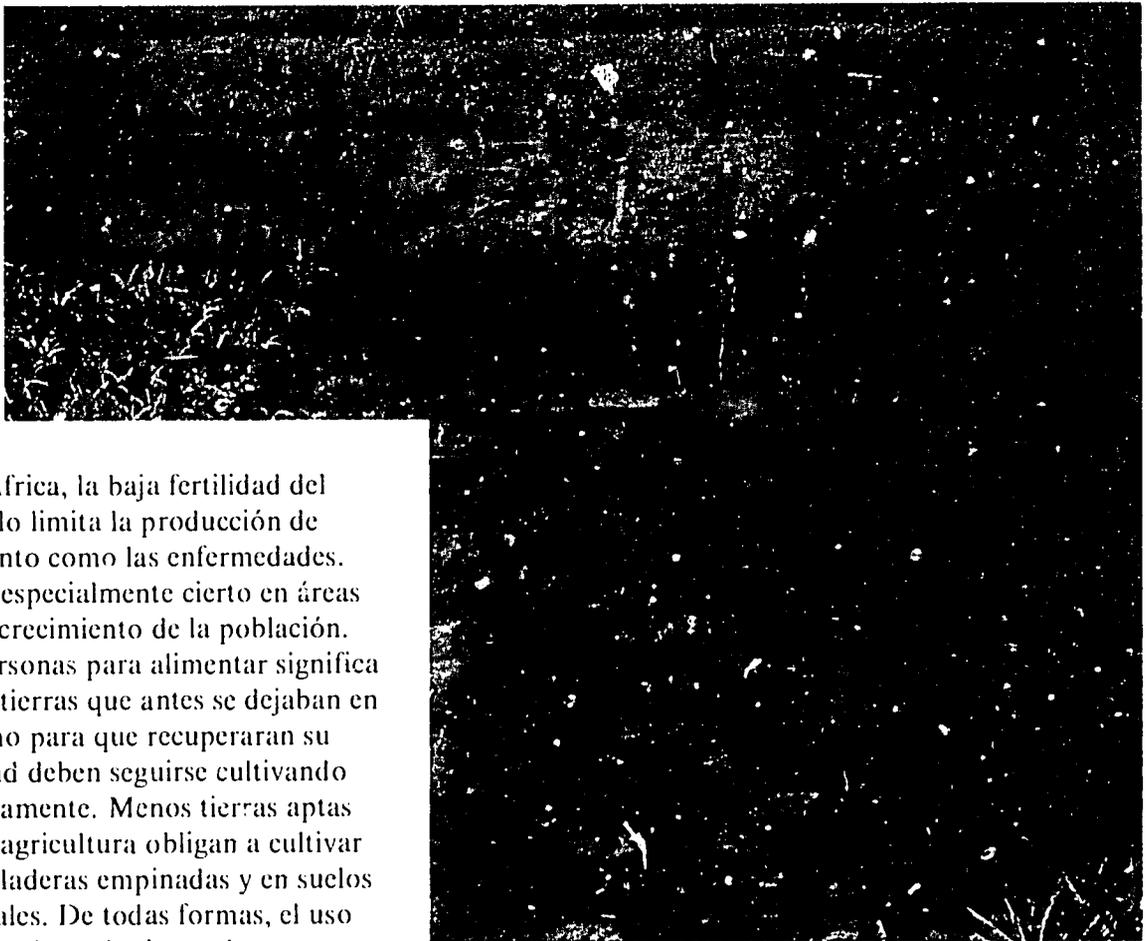
“La ubicación de sitios con riesgo de sequía es muy importante para decidir cuál cultivar de frijol se desempeñará mejor.”

También proporciona una base para posteriores niveles más detallados de clasificación de ambientes, en ciertas áreas objetivo. Evaluando cada nivel, se puede determinar la escala más eficiente para la recolección de información.

* CEC es una medida del total de los iones intercambiables cargados positivamente.

SISTEMAS DE CULTIVO DE FRIJOL EN AFRICA CONSERVAN EL SUELO

Al tiempo que se desarrolla tecnología para aumentar la producción de frijol en Africa, el CIAT ayuda a los programas nacionales a conservar la fertilidad del suelo y a retardar la erosión



En Africa, la baja fertilidad del suelo limita la producción de frijol tanto como las enfermedades. Esto es especialmente cierto en áreas de alto crecimiento de la población. Más personas para alimentar significa que las tierras que antes se dejaban en barbecho para que recuperaran su fertilidad deben seguirse cultivando continuamente. Menos tierras aptas para la agricultura obligan a cultivar más en laderas empinadas y en suelos marginales. De todas formas, el uso continuo de cualquier suelo inevitablemente lleva al agotamiento de sus nutrimentos y a la erosión. Los investigadores del Programa de Frijol

Distribución de abono en una pendiente en Ruanda. Cuando éste se aplica en las etapas iniciales de crecimiento del frijol, los rendimientos se pueden incrementar en un 60%. Nótese las barreras horizontales para controlar la erosión.



y de la región de los Grandes Lagos de Africa Central están realizando investigaciones en finca con agricultores para solucionar problemas de producción y del suelo, en razón a que la participación de los agricultores en el desarrollo de la tecnología facilita su aceptación por éstos.

Siembra de ensayos en finca en la Comuna Mivo, en Buyenzi, Burundi. La nueva tecnología es adoptada más rápidamente por los agricultores si ellos participan en su desarrollo.

UN NUEVO CULTIVAR

En respuesta a la necesidad de aumentar la producción y conservar el suelo, el CIAT promueve intensamente el cultivo de frijoles trepadores en el área de los Grandes Lagos. Estos frijoles generalmente tienen rendimientos más altos que los arbustivos y, cuando crecen hacia arriba y no extendidos por el suelo, están mejor protegidos de los patógenos del suelo y del daño causado por aguas estancadas.

Pero los frijoles trepadores necesitan un soporte. El mayor obstáculo para que los agricultores cultiven este tipo de frijoles es la falta de madera apropiada para estacas. El



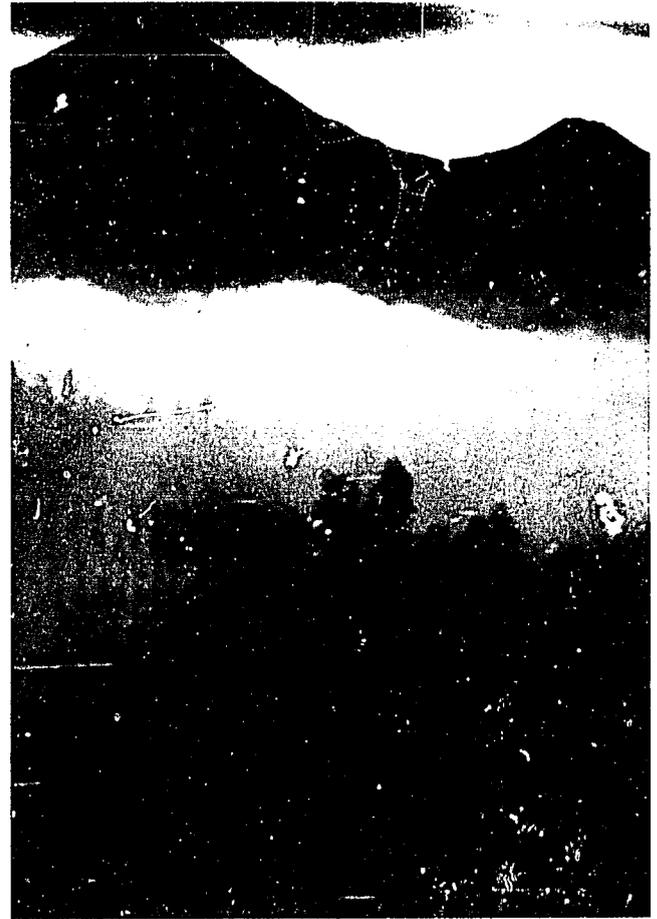
Un agricultor del norte de Ruanda utiliza Pennisetum para sostener frijoles trepadores. Como éstos crecen hacia arriba, están mejor protegidos de los patógenos del suelo.

CIAT y varios proyectos agro-silvícolas están identificando árboles que sirven para producir estacas y son apropiados para sembrar.

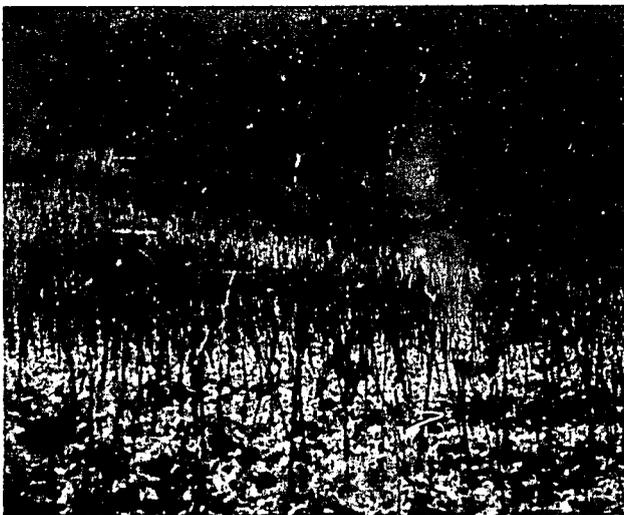
Estos árboles tendrían varios propósitos: producir estacas, conservar el suelo fijando nitrógeno, producir materia orgánica que podría utilizarse como abono verde o alimento para animales, y detener la erosión estabilizando el suelo con sus raíces y protegiéndolo de los vientos.

OTRAS TECNOLOGIAS

Investigaciones adelantadas en fincas de Ruanda han demostrado que las aplicaciones periódicas de abono son importantes para aumentar el rendimiento y reducir la erosión. Los estudios demuestran que si el abono se aplica en cierta etapa del crecimiento de las plantas de frijol —el tercer estado trifoliar— se pueden aumentar los rendimientos en un 60%. Esto puede ayudar a los agricultores a maximizar la utilidad de sus escasos fertilizantes.



Los picos majestuosos de los volcanes se destacan sobre un campo de frijoles trepadores en Ruanda, los cuales dan mayor rendimiento que los frijoles arbustivos.



En Gisenyi, Ruanda, frijoles trepadores tapizan las colinas. El CIAT trabaja con proyectos agrosilvícolas para resolver el problema de la escasez de estacas.

“...es vital... que la demanda de tierras a la postre no destruya la esencia misma de la agricultura: el suelo.”

Los científicos del CIAT en Africa estudian también las prácticas tradicionales de conservación del suelo para proponer mejores métodos usando como guía aquéllos ya aceptados. Por ejemplo, en Zambia, los agricultores concentran la



En Ruanda, cercas vivas retardan la erosión y protegen contra el viento. La carencia de tierra ha llevado a que se cultive en laderas y en tierras marginales.

fertilidad a través de montículos de residuos orgánicos. Por otra parte, los agricultores de Tanzania hacen hoyos y los abonan para enriquecer el suelo. En otras partes, los agricultores cultivan en contorno para reducir la erosión.

Pero las exigencias poblacionales sobre la tierra están amenazando estos sistemas tradicionales y a su vez están aumentando la erosión del suelo. Es vital encontrar soluciones a estos problemas para que la demanda de tierras a la postre no destruya la esencia misma de la agricultura: el suelo.

TALLER DE FERTILIDAD DE SUELOS

Un Primer Taller de Investigación en Fertilidad de Suelos para Sistemas de Cultivo Africanos se llevó a cabo en Etiopía en septiembre de 1988. Entre los participantes había 21 agrónomos y edafólogos de 11 países africanos, al igual que representantes regionales del Consejo Internacional para Investigación Agro-pastoril y del CIAT. Se formó un Comité Africano sobre fertilidad del suelo para supervisar y discutir temas relacionados en los próximos años.



PRODUCCION AGRICOLA SOSTENIDA EN EL PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

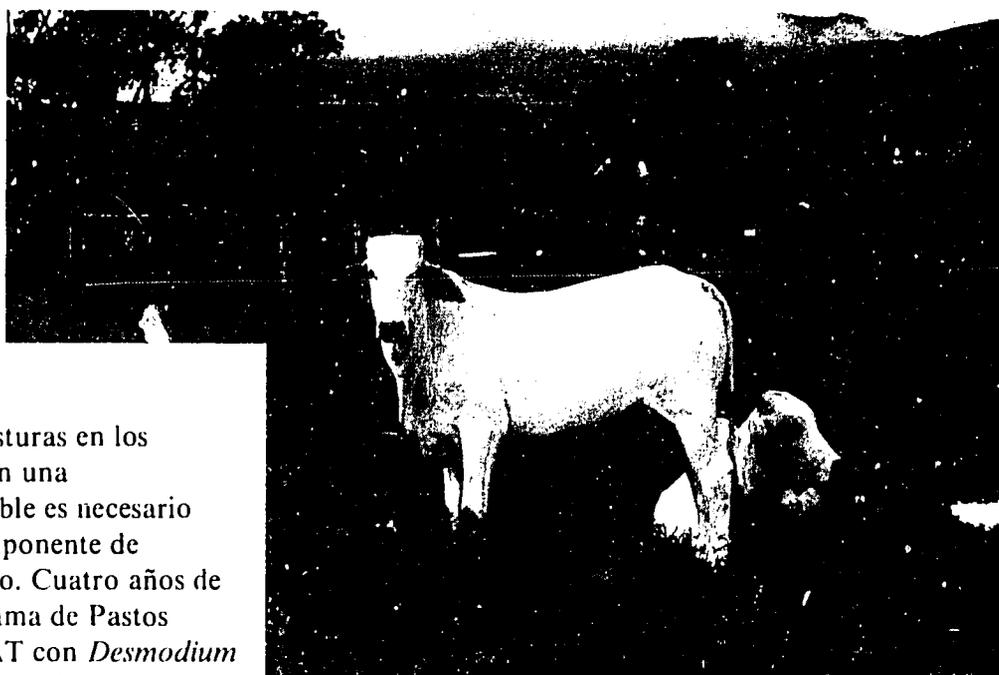
La tala de bosques lluviosos latinoamericanos para usos agrícolas es cada vez más preocupante. Cuando estos bosques se cultivan con tecnología inapropiada, es inevitable una degradación ambiental. En respuesta, el Programa de Pastos Tropicales desarrolla germoplasma y tecnología para recuperar estas tierras. Los ecólogos y científicos están de acuerdo en que una de las mejores formas de detener esta destrucción, causada por la migración de agricultores en busca de mejores tierras, es desarrollar sistemas estables de producción en las tierras degradadas.

Los pastos y leguminosas forrajeras, cuando son adaptados a los suelos del bosque lluvioso y manejados adecuadamente, son un componente importante en el proceso de recuperación de cerca de diez millones de hectáreas de tierras degradadas.

Además, la tecnología desarrollada para las sabanas tropicales, otra extensa área subutilizada de América Latina, podría aumentar su productividad. Al hacer estas tierras más productivas se ofrecerá una alternativa contra la migración de la población rural desposeída hacia los bosques lluviosos.

LEGUMINOSAS: LA CLAVE PARA UNAS PASTURAS PRODUCTIVAS

Estudios de cuatro y nueve años confirman el papel de las leguminosas como componentes esenciales en pasturas mejoradas



Para que las pasturas en los trópicos tengan una productividad estable es necesario incorporar un componente de leguminosa al pasto. Cuatro años de ensayos del Programa de Pastos Tropicales del CIAT con *Desmodium ovalifolium*, una leguminosa, y *Brachiaria dictyoneura*, una gramínea, proporcionan evidencia convincente.

La persistencia y productividad están relacionadas con la presencia o ausencia de nitrógeno en la pastura. Sin nitrógeno —ya sea en forma de fertilizante o fijado del aire por una leguminosa— las pasturas se degradan pronto porque la estabilidad de los sistemas vivos se rompe. Finalmente los pastos sucumben a las malezas y a la yerba no nutritiva y el nivel de pastoreo que la pastura puede tolerar disminuye.

Animales en pastoreo en una pastura asociada de Brachiaria dictyoneura y Desmodium ovalifolium. Cuando éstos pastan asociaciones ganan más peso en la estación seca que cuando pastan una gramínea sola.

DECLINACION DE LAS LEGUMINOSAS

En un ensayo principal, la cantidad de gramínea para pastoreo se mantuvo relativamente constante durante el curso del experimento. Se varió la cantidad de leguminosa que podían comer los animales. Al principio, la proporción de

leguminosa en la pastura era de 60%, pero por casualidad la larva de un escarabajo comedor de raíces (chiza) atacó las pasturas y redujo la proporción de leguminosa al 15%. Posteriormente el contenido de la leguminosa declinó gradualmente a menos de 5%.

Al mismo tiempo, la ganancia de peso de los animales bajó de casi 700 g/día a sólo 250 g/día al final del cuarto año —una reducción de cerca del 65%.

Los científicos hallaron que la proporción de leguminosa en la dieta del ganado inicialmente fue alta en comparación con la proporción de leguminosa en la pastura. Sin embargo, cuando el contenido de leguminosa disminuyó a niveles muy bajos, el ganado consumió no más de la misma proporción de leguminosa que quedaba en la pastura.

Mientras el contenido de leguminosa de la pastura disminuía, el contenido de proteína cruda de la

gramínea también disminuía. La conclusión obvia es que cuando el contenido de leguminosa de una pastura desaparece, y la pastura se vuelve menos productiva de forraje nutritivo, el peso del ganado disminuye en respuesta. Una productividad estable depende entonces de mantener una proporción adecuada de leguminosas con la gramínea.

“Las pasturas con leguminosas mantienen un nivel estable de producción a largo plazo, mientras que la productividad de las gramíneas solas declina progresivamente.”

MAS EVIDENCIA

En un experimento en los Llanos Orientales de Colombia se comparó la ganancia de peso de animales que pastaban un pasto puro (B.



Pastura de Brachiaria decumbens. Con el tiempo la productividad de la gramínea sola disminuye paulatinamente. El bajo nivel de nitrógeno, ya sea como fertilizante o fijado por una leguminosa, ocasiona la degradación de la pastura.



Pastura asociada de Brachiaria decumbens y Pueraria phaseloides. Las asociaciones mantienen la persistencia y la productividad en períodos largos de tiempo.

decumbens) y una asociación de pasto/leguminosa (*B. decumbens* y *Pueraria phaseoloides*). Desde los primeros cuatro años, la asociación arrojó una pequeña ventaja: en la estación lluviosa, cerca del 5%. Después de cuatro años, sin embargo, la ventaja de la asociación aumentó exponencialmente y al final del noveno año llevaba una ventaja del 65%.

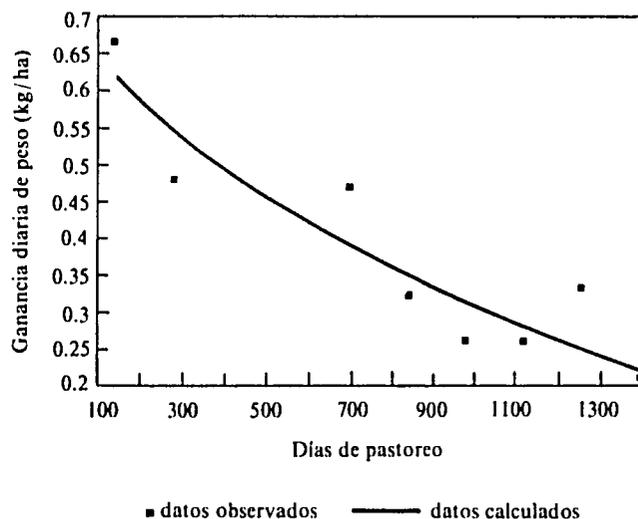
Los animales que pastaban la asociación siempre tuvieron ganancias de peso más altas en la estación seca y mostraron menos variación en la ganancia en la estación lluviosa en comparación con aquéllos que pastaban pastos solos. Esto muestra que las pasturas con leguminosas mantienen un nivel estable de producción a largo plazo, mientras que la productividad de las gramíneas solas declina progresivamente.

TENDENCIA DEL PROGRAMA DE PASTOS

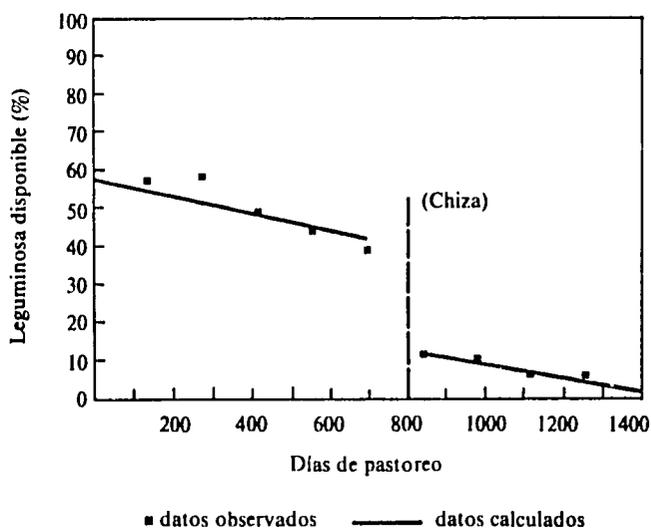
Cuando se inició el Programa de Pastos Tropicales, el énfasis estaba en encontrar y promocionar el uso de plantas bien adaptadas a los suelos pobres y ácidos de las sabanas tropicales, las cuales resistieran las enfermedades y plagas que las atacan. Se buscaban plantas que rindieran bastante con un uso mínimo de fertilizantes.

Desde entonces el Programa se ha concentrado en el uso de plantas eficientes, bien adaptadas, pero también persistentes, más productivas y que contengan más proteínas. Así, el Programa enfatiza la estabilidad de producción y composición y, por lo tanto, la persistencia a largo plazo de la pastura.

Las especies de leguminosas considerablemente promisorias son *Centrosema acutifolium*, *C. macrocarpum*, *D. ovalifolium* y *Arachis pintoii* y entre las gramíneas *B. dictyoneura* y *Andropogon gayanus*.



Ganancia de peso diaria a través del tiempo en una asociación (*B. dictyoneura* y *D. ovalifolium*) en pastoreo rotativo en Quilichao.



Dinámica de la leguminosa disponible en una asociación (*Brachiaria dictyoneura* y *Desmodium ovalifolium*) en pastoreo rotativo en Quilichao.

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION DE SEMILLAS

Para difundir la tecnología de pasturas, el Programa de Pastos Tropicales promueve la producción de semillas entre agricultores y compañías semillistas

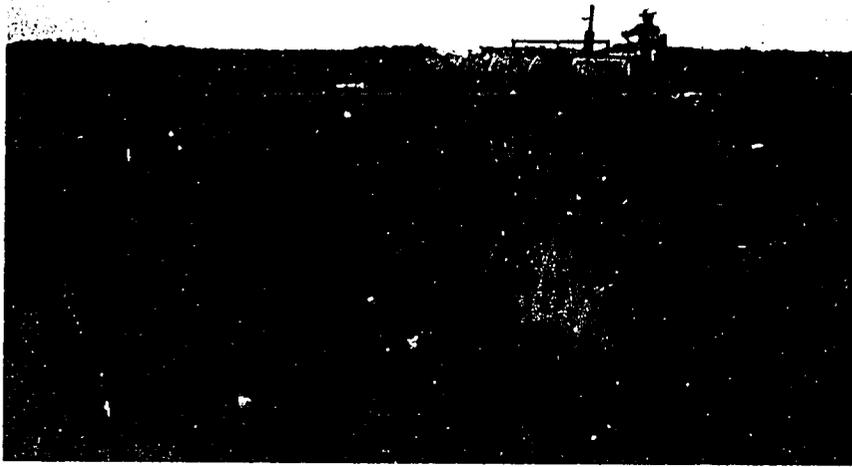


La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), a través de la cual el CIAT coopera con organizaciones nacionales de investigación y desarrollo de pastos en América tropical y el Caribe, está concentrando sus esfuerzos en la transferencia de tecnología de pasturas mejoradas al productor. Uno de los principales obstáculos para la adopción masiva de la nueva tecnología es la falta de semillas.

AUMENTO DEL SUMINISTRO DE SEMILLA

El Programa realiza diferentes actividades para promover el

En la región de Valledupar, Colombia, un semillero de Vichada (Centrosema acutifolium) crece en espalderas de postes y alambres. La leguminosa se adapta a los suelos y climas de las sabanas tropicales.



*Una golpeadora colocada en un tractor se utiliza para cosechar Llanero (*Brachiaria dictyoneura*) en el piedemonte andino de Colombia. La gramínea es una buena productora de semillas.*

desarrollo de la producción de semillas de pastos. En Colombia, Perú, México, Ecuador y Costa Rica las actividades están muy avanzadas.

La idea es promover la participación progresiva de empresas privadas de semilla en la producción y comercialización de los nuevos materiales que se están desarrollando.

En Colombia, por ejemplo, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Unidad de Semillas del CIAT estimulan a las compañías semillistas a producir los cultivares recientemente liberados y algunas selecciones altamente promisorias e.g. *Stylosanthes capitata* cv. "Capica", *Centrosema acutifolium* cv. "Vichada" y *Brachiaria dictyoneura* cv. "Llanero". A estas compañías se les ofrecen contratos de producción y asistencia técnica. Ocho de las diez compañías de semillas existentes se comprometieron con algún grado de participación. En cinco regiones geográficas del país se han



*Participantes en un Taller de Semilla de Pasturas observan la multiplicación de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en una plantación de coco en Tarapoto, Perú.*

establecido cultivos de semillas. En 1988, un total de 280 hectáreas de estos cultivos participaron en el proyecto, incluyendo 100 nuevas hectáreas y 180 antes establecidas. Se estima que se cosecharán cerca de 6 t de semillas, cantidad suficiente para sembrar casi 2000 ha con pastos/leguminosas mejorados en las sabanas colombianas.

Un proyecto en Perú investiga problemas muy distintos a los de Colombia. Por lo tanto, se ha utilizado un enfoque diferente para resolver los problemas de suministro de semillas a los agricultores. En Perú, no existen compañías establecidas de semillas en los trópicos húmedos. Así pues, como punto de partida, el Programa de Pastos Tropicales involucra agricultores seleccionados para multiplicar en forma artesanal las semillas. La asistencia la presta un núcleo de agrónomos con experiencia. Los principales participantes en este esfuerzo son el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Agroindustriales (INIAA) y el Instituto Veterinario de Investigación Tropical y de Altura (IVITA), junto con organizaciones regionales de desarrollo como la Corporación Regional de Desarrollo de Ucayali (CORDEU) y la Corporación Regional de Desarrollo



Uso de un aparato de fácil construcción, económico y al mismo tiempo práctico, para cosechar *Brachiaria decumbens* a mano, en una pastura establecida en Perú.

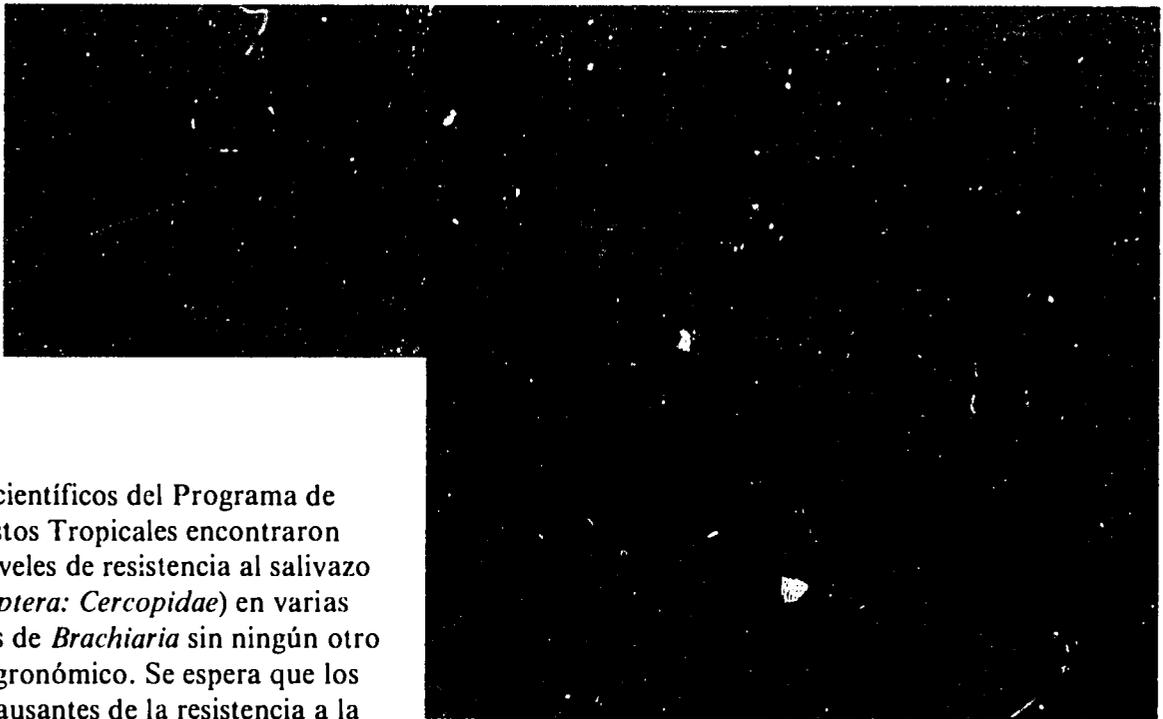
“Los científicos del Programa de Pastos Tropicales reconocen que es vital solucionar el problema del suministro de semillas.”

de San Martín (CORDESAM). Para lograr mayor capacidad de producción con recursos muy limitados, el proyecto opera basado en acuerdos de participación con agricultores seleccionados. Este enfoque se está utilizando en Pucallpa y Tarapoto. Actualmente participan 12 agricultores y hay más semilla disponible. En 1988, se produjo aproximadamente una tonelada de semilla de gramíneas y media de leguminosa, principalmente *Andropogon gayanus*, *B. decumbens* y *S. guianensis*.

Los científicos del Programa de Pastos Tropicales reconocen que es vital solucionar el problema del suministro de semillas. Para producir y vender semillas es esencial la participación de varias entidades nacionales de investigación y desarrollo que promuevan los nuevos cultivos junto con las empresas privadas, existentes o nuevas, que produzcan y vendan la semilla. Para promover la participación y reducir los riesgos de los productores de semilla, un importante catalizador es un precio de compra garantizado. Hay buenas razones para creer que con una participación creciente se puede aumentar el suministro de semilla y solucionar paulatinamente uno de los mayores problemas de la adopción de una nueva tecnología.

ADELANTOS EN EL CONTROL DEL SALIVAZO

Una sustancia que se encuentra en una accesión de *Brachiaria jubata* podría ser la materia prima para mejorar la resistencia al salivazo en una gramínea tropical importante

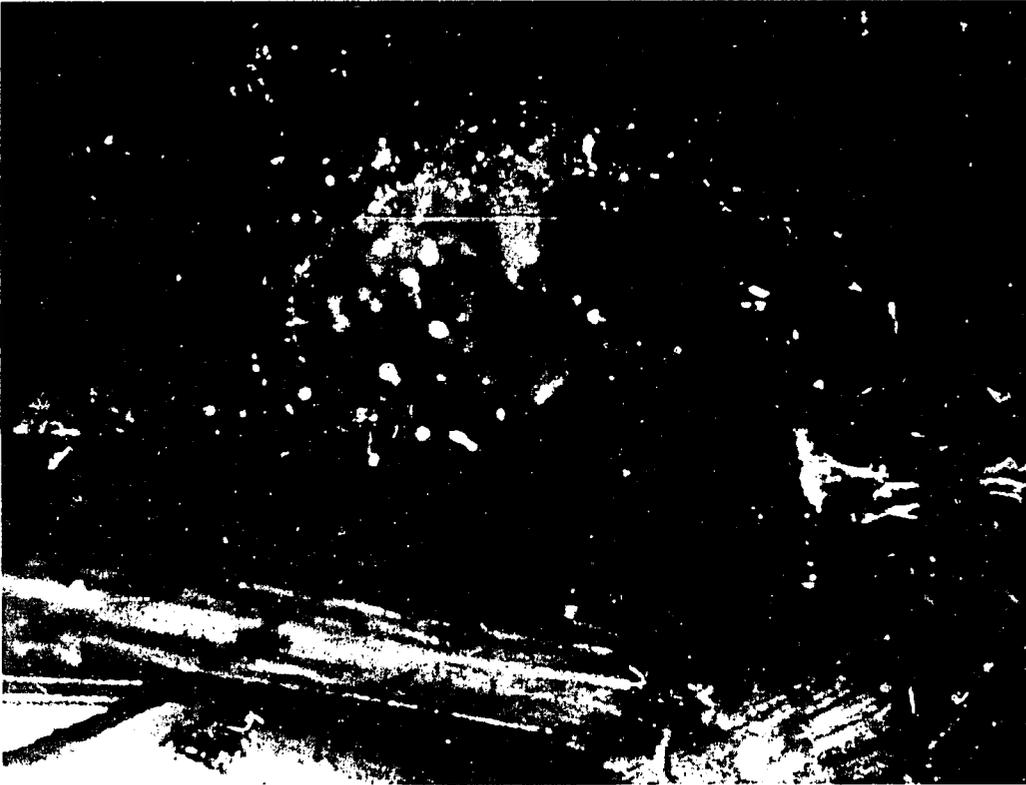


Los científicos del Programa de Pastos Tropicales encontraron altos niveles de resistencia al salivazo (*Homoptera: Cercopidae*) en varias especies de *Brachiaria* sin ningún otro valor agronómico. Se espera que los genes causantes de la resistencia a la plaga se puedan transferir a cultivares adaptados, pues en este momento la investigación va bien encaminada hacia el desarrollo de plantas sexuales de *Brachiaria* (ver artículo "Rompen la barrera del mejoramiento de *Brachiaria*"). Estas son noticias muy buenas porque las diversas especies de salivazo son los principales enemigos bióticos de las especies de *Brachiaria*, los pastos forrajeros más utilizados en América Latina.

Colección de especies de Brachiaria en la estación experimental Carimagua atacados por salivazo. El lote en primer plano recibió un manejo tradicional y el lote aledaño recibió mejores prácticas de manejo.

PERFIL DEL SALIVAZO

El insecto adulto pone sus huevos en la tierra, en la base de la planta. Una vez incubadas, las ninfas se rodean de un líquido espumoso parecido a la



Adulto bien formado que acaba de emerger del último estado ninfal. El salivazo debe su nombre a la masa espumosa que rodea a las ninfas que se alimentan de la base de la planta.

saliva. Las ninfas se alimentan de la planta succionando de la savia agua y nutrimentos y finalmente hacen que el pasto se seque, se marchite y se muera.

El control biológico de la plaga no ha sido efectivo, quizás por la excelente protección que la baba que rodea a las ninfas ofrece contra los predadores, parásitos y patógenos. El control cultural es posible, hasta cierto punto, pero con frecuencia es poco práctico debido a las exigencias del manejo de la pastura de *Brachiaria*. El control químico no es factible por el escaso valor económico por unidad de área de la pastura, la dificultad para identificar la presencia de la plaga a tiempo y los efectos indeseables y dañinos de los residuos químicos en las pasturas, los



Ninfa en último instar que no pudo llegar a adulta. Obsérvese en la cabeza estructuras quetinizadas, la ausencia de alas, y el mal desarrollo de las patas. Esto se debe al efecto antibiótico de B. jubata CIAT 16531.

animales, el medio ambiente e incluso en la salud humana.

Hasta el momento, los científicos del CIAT han tenido que dirigir sus investigaciones hacia la selección de accesiones de *Brachiaria* bien adaptadas con tolerancia o resistencia antibiótica a los insectos, sin encontrar una resistencia fuerte. El uso de la tolerancia sola permite el daño inherente de grandes poblaciones que podrían amenazar pasturas susceptibles. Ahora, con la posibilidad de cruzar especies de *Brachiaria* previamente incompatibles, los científicos creen que podrán transferir genes resistentes al genoma de algún cultivar de *Brachiaria* agronómicamente bien adaptado.

QUE HAN ENCONTRADO LOS CIENTÍFICOS

Para probar la resistencia al salivazo, los científicos del Programa de Pastos Tropicales infestan accesiones de *Brachiaria* con los huevos del salivazo en una casa de malla. Las ninfas, en incubación, empiezan a alimentarse

de la planta. Típicamente, cerca del 100% de las ninfas sobreviven cuando se crían en *B. decumbens* o *B. dictyoneura* comerciales. Algunas accesiones altamente resistentes reducen la supervivencia, sin embargo, a menos del 30%. La preselección sistemática de la colección del CIAT por este método ha identificado varias accesiones promisorias. Por ejemplo, *B. jubata* CIAT 16531 tiene un alto y poco usual nivel de resistencia.

Las ninfas criadas en este *B. jubata* se desarrollan normalmente hasta la última etapa de su desarrollo.

“Los científicos creen que B. jubata CIAT 16531 contiene una sustancia que interfiere con el control hormonal del proceso de muda.”



Daño general en una parcela de B. decumbens causado por un fuerte ataque de salivazo, en la estación experimental Carimagua.

Cuando empiezan a mudar de su último estado larval a adulto, empiezan a morir. La muerte ocurre después del comienzo de la muda pero antes de completar la metamorfosis a un insecto adulto. Los científicos creen que *B. jubata* CIAT 16531 contiene una sustancia que interfiere con el control hormonal de la muda. El proceso de muda del insecto es controlado por dos hormonas: una determina el tipo y la otra el tiempo.

Algunas plantas poseen un químico llamado fitoecdisteroide. La palabra designa una clase de esteroide vegetal que es idéntico o similar a la hormona ecdisona de muda del insecto. Si un insecto se expone a un fitoecdisteroide antes de que esté fisiológicamente listo para mudar, se deforma y muere tal como los científicos han observado en los salivazos que se alimentan de *B.*

jubata. Actualmente se llevan a cabo estudios para probar si la mortalidad de *B. jubata* CIAT 16531 se puede atribuir a los compuestos que interfieren con los eventos hormonales involucrados en la muda.

Independientemente del mecanismo preciso de resistencia que opera en el caso de *B. jubata* CIAT 16531, la identificación de accesiones con altos niveles de resistencia al salivazo provee la materia prima necesaria para los esfuerzos futuros de mejoramiento. La evaluación, ahora rutinaria, de accesiones de pastos ya ha permitido identificar altos niveles de resistencia al salivazo que hubieran pasado desapercibidos en el campo porque ésta se encontraba en un genoma mal adaptado a los suelos o climas de América Latina. Esta resistencia podría ser una solución al problema del salivazo en *Brachiaria*.



Diferencia entre una planta con hojas afectadas por la acción succionadora del insecto (izq.), con una planta que no ha sufrido el ataque del mismo.

ROMPEN LA BARRERA DEL MEJORAMIENTO DE *BRACHIARIA*

Los investigadores prevén el día en que puedan producir variedades mejoradas de un pasto comprobado



El contraste entre una especie de Brachiaria susceptible al salivazo y una especie resistente se observa en estas parcelas experimentales en la estación Carimagua, Colombia.

Investigaciones realizadas en el ICIAT en 1988 acercaron el día en que los científicos podrán iniciar programas efectivos de fitomejoramiento para desarrollar cultivares mejorados del género *Brachiaria*, el pasto más cultivado de los trópicos. Las especies de

braquiaria generalmente se adaptan bien a los suelos ácidos de los trópicos bajos y al mismo tiempo son productivas y persistentes.

Los cultivares usados actualmente provienen de germoplasma africano y tienen varias limitaciones graves —la principal, su susceptibilidad al salivazo.

BUSQUEDA DE LA RESISTENCIA

El Programa de Pastos Tropicales tiene el mandato de desarrollar

pasturas persistentes y productivas para mejorar la producción de carne y leche en los suelos ácidos e infértiles de los trópicos bajos. Se han hecho muchos esfuerzos para recolectar e introducir germoplasma de *Brachiaria* de Africa con la esperanza de encontrar líneas superiores a los cultivares actualmente usados. Este germoplasma natural ha tenido un éxito razonable. La experiencia muestra que una especie bien adaptada siempre posee alguna deficiencia, por ejemplo, susceptibilidad al salvazo. Por mucho tiempo, los científicos han soñado con producir cultivares mejorados que además de tener resistencia al salvazo tengan resistencia a enfermedades, buen rendimiento y calidad de semilla, vigor de la plántula, buena calidad nutricional y un vigoroso crecimiento.

“...los científicos esperan refinar genéticamente las pasturas...”

UNA LABOR DIFÍCIL

El mejoramiento de *Brachiaria* no es igual al de arroz, frijol o maíz, pues las especies comerciales comunes de la primera son poliploides apomícticas; es decir, que tienen más juegos dobles de cromosomas de los normales y, aunque se pueden reproducir por semilla, su reproducción es normalmente asexual. Esta ha sido la principal barrera para la obtención de cultivares mejorados, ya que las nuevas variedades de plantas se



En Kenia, recolección de especies de Brachiaria en busca de nuevas accesiones para programas de mejoramiento.

obtienen en la reproducción sexual. Lo que se necesita es una fuente de sexualidad que se pueda utilizar para obtener, por medio de hibridación, nuevas plantas con características deseables. Trabajos realizados en Bélgica con *Brachiaria ruziziensis*, una especie que se reproduce sexualmente, tienen interesantes implicaciones para el fitomejoramiento. Se produjeron poliploides artificiales de esta especie



Polinización de Brachiaria decumbens. Mediante la hibridación los investigadores buscan mejorar genéticamente las especies forrajeras para corregir los problemas actuales.

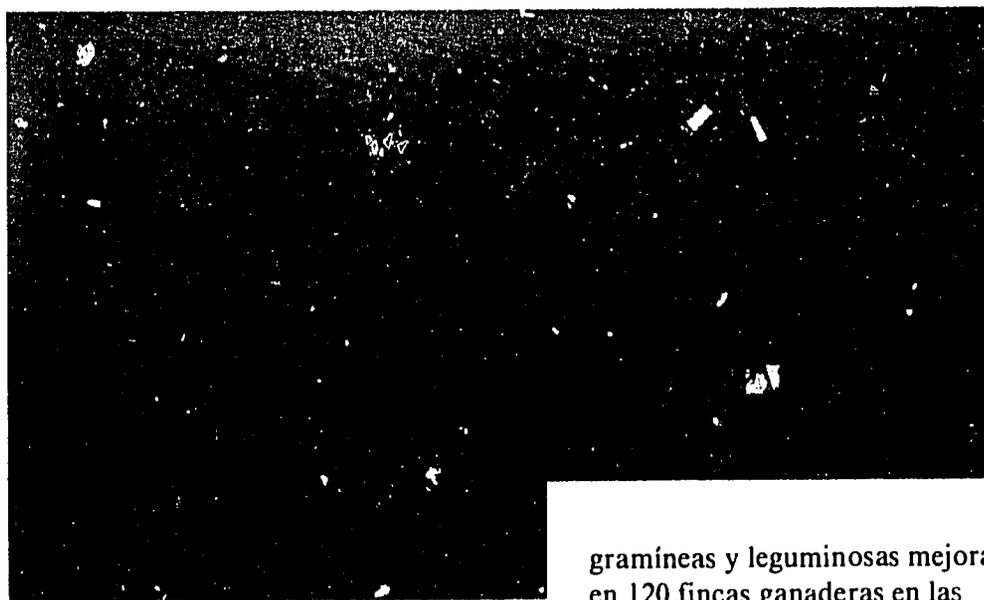
diploide, lo que permitió a los científicos obtener pequeñas cantidades de híbridos experimentales del poliploide apomítico comercial. Con la posibilidad de crear nuevas variaciones a través de la hibridación, los científicos esperan refinar genéticamente las pasturas para corregir los problemas existentes en la actualidad.

Una autoridad en los mecanismos reproductivos de los pastos tropicales, Cacilda do Valle, de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil, realizó una amplia preselección de la colección de germoplasma de *Brachiaria* en el CIAT (unas 450

accesiones) para determinar cómo se reproduce éste. Con base en los resultados de su año de trabajo en el CIAT, los científicos han creado métodos sencillos para obtener grandes cantidades de híbridos interespecíficos en el invernadero y en el campo. Por medio de marcadores electroforéticos, los científicos han confirmado positivamente la naturaleza híbrida de estas progenies. En resumen, la barrera de apomixis (reproducción asexual) fue atravesada efectivamente en el género *Brachiaria* y los fitomejoradores quedaron, a medida que van llegando los resultados de la preselección, listos para iniciar la producción de nuevos cultivares.

ENSAYOS EN FINCA VALIDAN LAS INVESTIGACIONES EN PASTOS

Nuevas tecnologías de pastos reciben apoyo de ganaderos colombianos que multiplican sus propias semillas de pastos y leguminosas



Establecimiento de pasturas asociadas como parte del proyecto CRECED-ICA-CIAT. A la izquierda, asociación de Brachiaria decumbens y Stylosanthes capitata; a la derecha asociación de Andropogon gayanus y Stylosanthes capitata.

Desde 1985, el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) han venido realizando un proyecto de validación y transferencia de tecnología en pastos a nivel de finca, con el fin de formar una base de apoyo para la transferencia de tecnología en gran escala.

Hacia finales de 1988 se habían establecido más de 6500 hectáreas de

gramíneas y leguminosas mejoradas en 120 fincas ganaderas en las cercanías de Puerto López y Puerto Gaitán, en los Llanos Orientales de Colombia. El número de ganaderos que se ofrecieron para participar en el ensayo excedió los recursos del proyecto. Por ejemplo, durante 1988 se recibieron unas 100 solicitudes de participación pero sólo se pudieron incluir 36.

De este esfuerzo han resultado varios hallazgos. La mayoría de los ganaderos escogieron la asociación de *Andropogon gayanus* cv. "Carimagua I" y *Stylosanthes capitata* cv. "Capica" para sembrarla. Esta



Pequeño ganadero establece semillero de *Brachiaria dictyoneura* con material vegetativo en su finca de los Llanos.

elección confirmó ampliamente la persistencia y productividad de la asociación que se ha usado en fincas comerciales por más de 8 años.

Los ganaderos también cultivaron Carimagua 1 y nuevas leguminosas como *Centrosema acutifolium* cv. "Vichada" o *C. brasilianum*, y asociaciones de Capica con pastos conocidos como *Brachiaria decumbens* o el recientemente liberado *B. dictyoneura* cv. "Llanero". La siembra de cultivares más recientes fue limitada por el suministro de semillas. Los problemas más comunes que encontraron los ganaderos se relacionaban con la falta de insumos como fertilizantes básicos, inoculantes de *Rhizobium* y maquinaria para establecer las pasturas. De cualquier modo, esto es consecuencia de un sistema de

transporte deficiente y del hecho de que en los Llanos Orientales no ha existido tradición por sembrar pasturas. Afortunadamente, parece que las autoridades adelantan trabajos para mejorar las carreteras de la región. De esta experiencia queda claro que el diseño de métodos de establecimiento, como parte de programas en gran escala de transferencia de tecnología, debe tener en cuenta las condiciones especiales de los ganaderos de los Llanos.

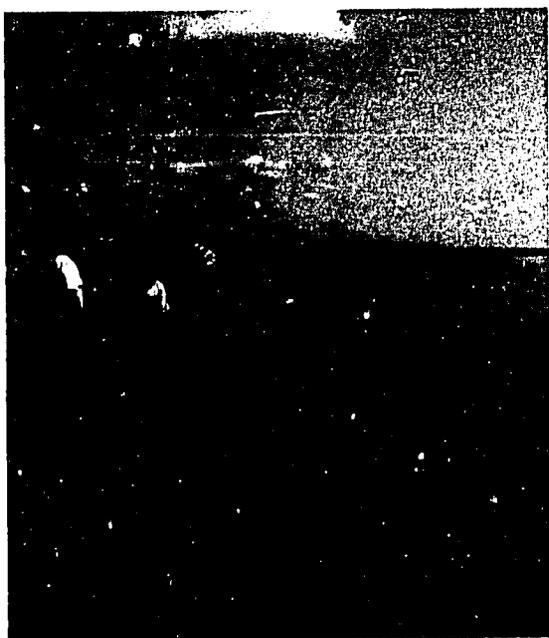
Como casi no se consigue semilla comercial, el proyecto ha alentado a algunos hacendados a producir semilla por sí mismos. Las empresas semillistas se demoran en interesarse por producir semillas de cultivares nuevos que aún no tienen alta demanda. Tal ha sido el caso de la gramínea Llanero, un cultivar liberado en 1988, cuya semilla está siendo multiplicada por unos cuantos hacendados que nunca habían producido semillas de forrajes. Más de cuatro toneladas de semilla de este

cultivar se cosecharon en 1988 en cinco fincas participantes en el proyecto, dos de las cuales también produjeron nueve toneladas de semilla de Capica.

El proyecto está demostrando a estos ganaderos el valor de las pasturas mejoradas. El interés y entusiasmo que ellos han demostrado por los diferentes cultivares sin duda incrementarán la demanda de semilla de buena calidad hasta el punto que compañías semillistas establecidas entrarán a su producción y mercadeo.

CENTROS REGIONALES DE APOYO

En 1989 podrán participar más fincas en el proyecto, gracias a la creación por parte del ICA de varios Centros Regionales de Educación, Capacitación, Extensión y Difusión de Tecnología, CRECED. El Centro para Puerto López, con dos sucursales en otras poblaciones de los Llanos, cuenta con siete profesionales e igual número de



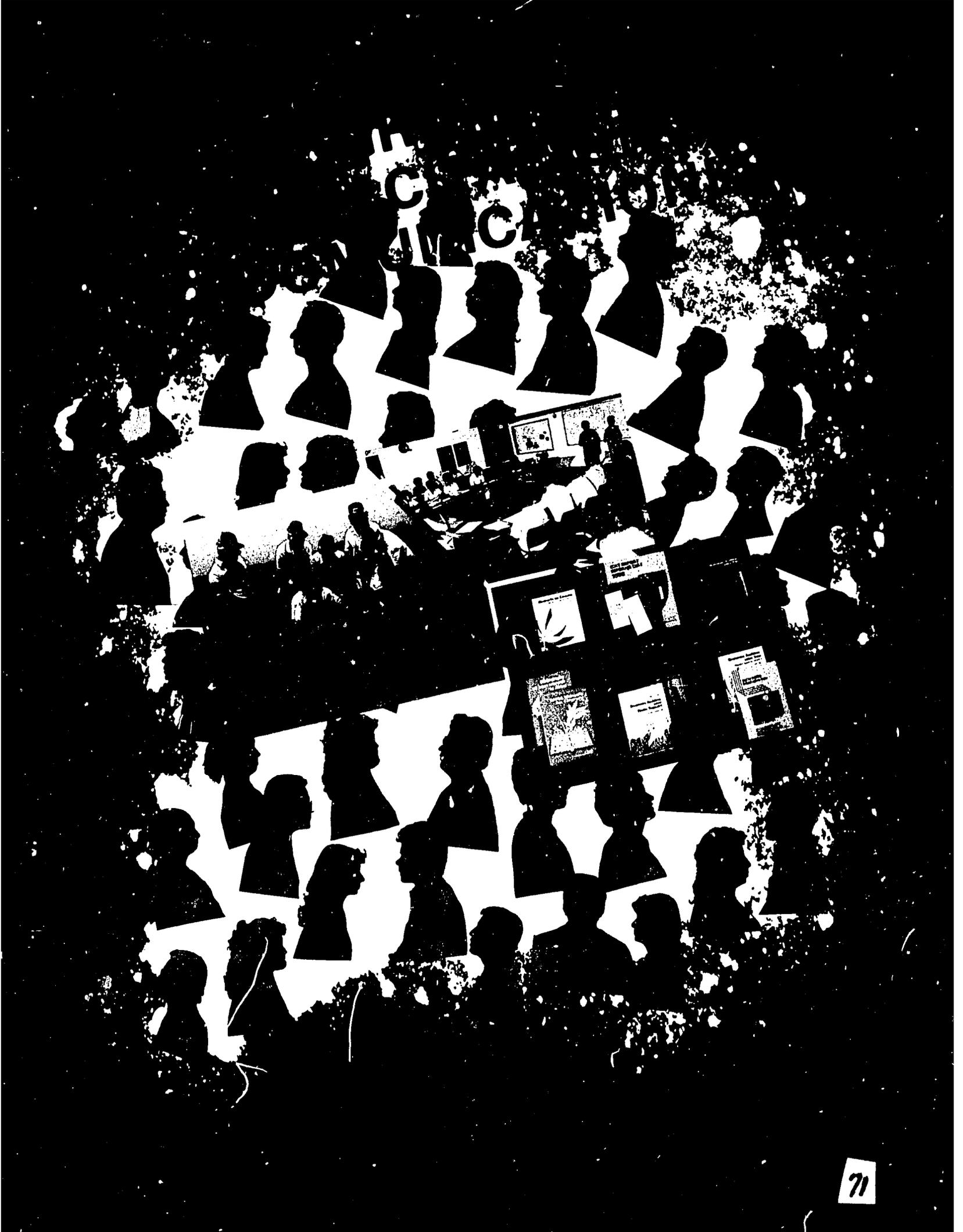
Productores de los Llanos reciben instrucciones sobre la manera de preparar los suelos de sabana para la siembra.

“El interés y entusiasmo que [los agricultores] han demostrado por los diferentes cultivares sin duda incrementarán la demanda de semilla de buena calidad....”

técnicos. Este apoya las actividades en finca del Programa de Pastos Tropicales. A pesar de haber empezado operaciones a finales de 1988, el Centro ha ofrecido ya a los ganaderos un curso de ganado y pasturas y ha realizado demostraciones en finca y días de campo sobre establecimiento y manejo de pasturas. Los CRECED trabajarán también con cultivos anuales.

AFINAN LA TECNOLOGIA

El Programa de Pastos Tropicales del CIAT evalúa éste y otros ensayos en finca para desarrollar metodologías prácticas de promoción de tecnologías de pasturas en las fincas y cómo las afectan factores específicos como el método de manejo por parte de los hacendados y las diferentes condiciones de suelo. Se están evaluando las prácticas tradicionales de manejo y la efectividad de las técnicas que usan los investigadores para medir la productividad de la pastura y de los animales. Se espera que el conocimiento adquirido con este proyecto se utilice en el desarrollo de nuevas tecnologías. Esto ayudará a suavizar la transición entre la investigación en pasturas y su desarrollo, que beneficiará directamente a la industria ganadera del Oriente colombiano, así como la de otras tierras marginales con suelos pobres y ácidos.



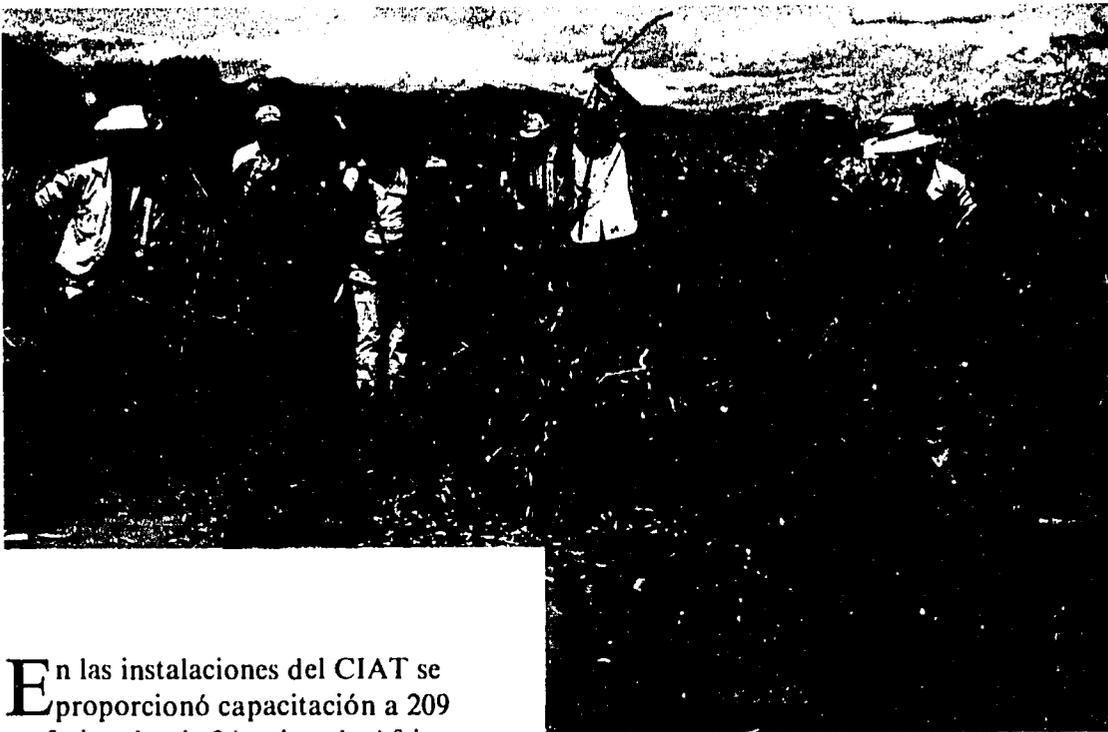
EL PROGRAMA DE CAPACITACION Y COMUNICACIONES APOYA LA AGRICULTURA SOSTENIDA

El Programa de Apoyo en Capacitación y Comunicaciones (PACC) es un factor clave en la cooperación que el CIAT presta a sistemas agrícolas de investigación y desarrollo. El PACC, trabajando estrechamente con los cuatro programas de investigación del centro y con instituciones nacionales, refuerza y apoya la generación de tecnología de éstas últimas y sus capacidades de transferencia para los productos encomendados al CIAT, así como la interacción de las instituciones con el centro.

Para cumplir este mandato, es necesario un alto grado de integración no sólo con los programas del CIAT sino con las diversas instituciones de una determinada región o país. El PACC cumple tres actividades principales: la capacitación de científicos nacionales, la preparación y distribución de información técnica y materiales de capacitación, y el mejoramiento de la comunicación entre instituciones e individuos.

CAPACITACION Y COMUNICACION: COMPONENTES CLAVES EN LA GENERACION Y ADOPCION DE TECNOLOGIA

La colaboración interinstitucional y el desarrollo de recursos humanos se combinan para lograr un gran éxito en El Salvador



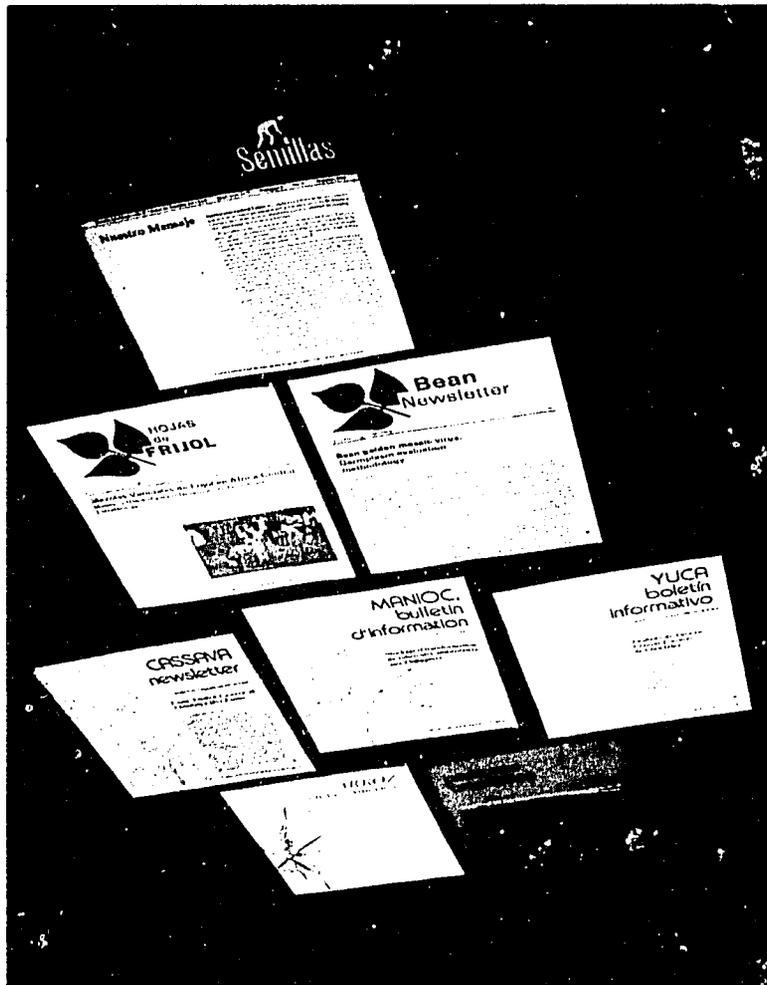
En las instalaciones del CIAT se proporcionó capacitación a 209 profesionales de 34 países de Africa, América Latina, Asia y el Caribe durante 1988.

Se apoyaron eventos de capacitación en 15 países de América Latina y el Caribe.

La Unidad de Publicación editó y publicó 38 títulos y se distribuyeron cerca de 60,000 copias de publicaciones del CIAT a usuarios de 179 países

Mediante un programa de producción artesanal de semillas, técnicos y agricultores salvadoreños aprendieron a multiplicar materiales promisorios.

Se añadieron 13 títulos a los aproximadamente 100 audiotutoriales ya producidos por el Programa. Durante el año se distribuyeron cerca de mil audiotutoriales y 5000 guías de estudio.



La Unidad de Publicación apoya la transferencia de tecnología del CIAT por medio de libros, boletines, y demás materiales impresos.

Las revistas de resúmenes analíticos (3 ediciones al año) de frijol, yuca y pastos tropicales se distribuyeron entre más de 800 instituciones y 900 suscriptores en más de 100 países. Se solicitaron cerca de 350 búsquedas bibliográficas a la base de datos de los centros especializados de información y el servicio de documentación entregó 26,000 fotocopias de documentos científicos.

UN CASO REAL

Las escuetas cifras de profesionales capacitados, documentos producidos



En la Unidad de Artes Gráficas del CIAT se imprimen 4.5 millones de páginas y 3.5 millones de fotocopias con información científica y técnica en un año.

y conferencias realizadas no son suficientes, sin embargo, para reflejar la naturaleza de las actividades que realizan seres humanos reales para cumplir el objetivo final del centro y sus socios nacionales, que es aliviar el hambre y la pobreza en el mundo en desarrollo. Como complemento a estas cifras, un caso de estudio ilustrará la complejidad de la consolidación institucional y la participación en el esquema total del desarrollo agrícola internacional, con la ayuda de un efectivo elemento de comunicaciones y capacitación. Un ejemplo sobresaliente de desarrollo interinstitucional y humano para la generación, transferencia y uso de tecnología mejorada, es un programa de capacitación en tecnología de frijol llevado a cabo durante tres años (1986-1988) en El Salvador, uno de los países que con más urgencia necesita mejorar su producción de frijol.

LAS INSTITUCIONES

Participaron el Centro de Tecnología Agrícola (CENTA) y el Ministerio de Agricultura (MAG) de El Salvador; el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) de Guatemala, y el Proyecto de Frijol para América Central, el Programa de Frijol, el Programa de Capacitación y Comunicaciones y la Unidad de Semillas, del CIAT.

El CIAT y el ICTA han estado asociados desde hace tiempo. Esta asociación se remonta a 1970 y condujo a que Guatemala fuera autosuficiente en la producción de frijol y a que el CIAT recibiera del GCIAT el Premio Rey Balduino por su contribución a este logro.

Sin duda, esta relación ha influido para que el ICTA colaborara con su vecino CENTA de El Salvador para aumentar su capacidad de transferencia de tecnología.

Asimismo, desde la década pasada, investigadores en frijol del CENTA han participado en los programas de capacitación del CIAT hasta tal punto que en 1986 la mayoría de ellos había recibido capacitación en las instalaciones del CIAT o en cursos apoyados por éste, en su propio país o en los países vecinos. Dos de estos exalumnos progresaron hasta convertirse uno en director de investigación del CENTA y otro en líder del programa de frijol del mismo. Su apoyo y participación como instructores en los distintos cursos en un período de 31 meses fueron absolutamente esenciales para el éxito del programa.



El 1986 se pasó a la capacitación en investigación en fincas en El Salvador.

EL PROGRAMA

Con la capacidad investigativa de El Salvador bien establecida, el CENTA y el Ministerio de Agricultura diseñaron un programa para aumentar el flujo de tecnología a los agricultores en tres de las principales áreas productoras de frijol del país: San Miguel, Santa Ana y San Vicente. Para el plan era fundamental la capacitación de agentes de extensión y agricultores, en cooperación con el CIAT, la red de Investigación en Frijol de América Central y el ICTA.



Un extenso programa de cooperación ayudó a articular la generación, evaluación, y transferencia para la adopción de tecnología de frijol en El Salvador. La capacitación de los recursos humanos fue fundamental: ésta comenzó en la década pasada con la formación de investigadores en el CIAT.

PRIMERA ETAPA

El primer evento de capacitación en busca de esta meta fue un curso de investigación en fincas, de tres fases realizadas en nueve meses, en el cual los nuevos conocimientos y habilidades aprendidos en cada fase (10-15 días de duración) se aplicaron, inmediatamente después, en el campo. En este momento entraron a participar como instructores el líder del Programa de Frijol del ICTA y varios de sus colegas de Guatemala.

Además de desarrollar recursos humanos, el curso tuvo otro logro específico: se encontró que dos variedades de frijol —CENTA-Izalco y RAB 204— superaban a las cultivadas localmente y tenían alta aceptación por los agricultores. La primera variedad, a pesar de haber sido liberada en 1982, aún no había sido adoptada por los agricultores; la segunda era un producto del CIAT.

Igualmente, se desarrolló entre los participantes el liderazgo natural —necesario para la continuidad de estos esfuerzos: un participante de San

Vicente surgió como líder del equipo de frijol de la región, y de los dos participantes del Departamento de San Miguel, uno, en forma similar, asumió el liderazgo de la suya. Junto con su colega desarrollaron su propio programa de capacitación y establecieron un equipo regional de frijol. Al igual que en San Vicente pronto se dieron resultados tangibles: se encontró que CENTA-Izalco y la variedad del CIAT, RAB-383, tenían desempeño sobresaliente.

SEGUNDA ETAPA

Por falta de un sistema formal de multiplicación y distribución de semilla de frijol, se optó por una alternativa no tradicional para solucionar la escasez de semillas de las variedades superiores identificadas en la etapa anterior. En un programa

de producción artesanal de semilla en San Vicente en agosto de 1987 y enero de 1988, los técnicos y pequeños agricultores aprendieron a producir semilla de alta calidad y multiplicaron los materiales promisorios identificados en el curso previo en fincas.

Realizado ésto, la actividad se dirigió al Departamento de Santa Ana donde un curso trató sobre la tecnología de producción de frijol y el diagnóstico de problemas de producción. En éste, también, un participante se convirtió en líder del equipo de la región, completando así el grupo de tres líderes regionales. Aquí también se identificaron variedades superiores y por la misma razón que en San Vicente se llevó a cabo un curso de producción y multiplicación artesanal de semilla.

Los líderes regionales de Santa Ana y San Miguel sirvieron como instructores en todos los cursos después del primero en San Vicente, sin importar el lugar donde se realizaran. El líder de Santa Ana se unió a los otros en este empeño.

Como nota final, las variedades de frijol exitosas identificadas en los cursos iniciales continuaron confirmando su reputación. CENTA-Izalco, multiplicada en los cursos de producción artesanal de semilla, ahora obtuvo el éxito que no había alcanzado en 1982: los agricultores la adoptaron con entusiasmo. La variedad RAB 204, por su parte, fue liberada oficialmente en El Salvador en septiembre de 1988 con el nombre de CENTA-Jiboa.

EPILOGO

Esta historia ha servido para mostrar la complejidad de la generación



Los cursos para los líderes regionales salvadoreños en El Salvador se complementaron con capacitación adicional en investigación en fincas en Colombia.

internacional de tecnología agrícola y del sistema de transferencia en general, de sus vínculos internos, y del desarrollo de las capacidades de los recursos humanos que la sustentan. Prácticamente ninguna función de la cooperación técnica internacional quedó por fuera: la generación, la evaluación, la transferencia y la adopción de tecnología han estado presentes en el desarrollo de las variedades mejoradas, tanto por las instituciones nacionales de investigación como por los centros internacionales; la cooperación entre países, frecuentemente llamada cooperación horizontal, estuvo representada por la generosa contribución del ICTA de Guatemala en el desarrollo de extensionistas de El Salvador; se mejoró la articulación entre investigación y extensión en el país; y se estableció un efectivo sistema de multiplicación y distribución de semilla como alternativa para superar la severa escasez de ésta. Y la *capacitación* jugó un papel fundamental en todo ello.

ANEXOS

INFORMACION FINANCIERA
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)
GASTOS EN 1988
(Expresados en miles de dólares US)

	Gastos Reales		
	Básicos	Proyectos Especiales	Total
Programas de Investigación:			
Frijol	3,598	2,487	6,085
Yuca	2,011	305	2,316
Arroz	1,319	464	1,783
Pastos Tropicales	3,690	182	3,872
Subtotal	10,618	3,438	14,056
Apoyo a Investigación:			
Científicos visitantes y posdoctorales	553		553
Unidad de Recursos Genéticos	396	155	551
Unidad de Investigación en Biotecnología	291	12	303
Unidad de Investigación en Virología	287	19	306
Servicios de Investigación	326		326
Operaciones de las Estaciones	866		866
Estación Carimagua	658		658
Unidad de Servicios de Datos	501		501
Unidad de Estudios Agroecológicos	176		176
Unidad de Semillas	531		531
Subtotal	4,585	186	4,771
Total Investigación	15,203	3,624	18,827
Capacitación y Comunicaciones:			
Capacitación y Conferencias	1,375	301	1,676
Apoyo en Comunicaciones e Información	1,322	184	1,506
Total Cooperación Internacional	2,697	485	3,182
Administración:			
Junta Directiva	203		203
Director General	602		602
Directores	676		676
Apoyo Administrativo	1,453		1,453
Total Administración	2,934		2,934

	Gastos Reales		
	Básicos	Proyectos Especiales	Total
Gastos Operativos Generales:			
Planta Física	1,360		1,360
Parque Automotor	616		616
Gastos Generales	<u>238</u>		<u>238</u>
Total Gastos Generales	2,214		2,214
Total Operaciones	<u>23,048</u>	<u>4,109</u>	<u>27,157</u>
Capital:			
Restitución	728	136	864
Construcción	982		982
Equipo	<u>593</u>	<u>218</u>	<u>811</u>
Total Capital	<u>2,303</u>	<u>354</u>	<u>2,657</u>
Total	<u>25,351</u>	<u>4,463</u>	<u>29,814</u>

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

FUENTES DE FONDOS 1988
(Expresados en miles de dólares US)

Operaciones Básicas	
Gobierno de Bélgica	163
Gobierno de Canadá	1,501
República Popular de China	15
Comunidad Económica Europea (CEE)	2,045
Fundación Ford	80
Gobierno de Francia	206
Gobierno de la República Federal de Alemania	688
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	4,640
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)	119
Gobierno de Italia	851
Gobierno de Japón	2,630
Gobierno de Holanda	392
Gobierno de Noruega	559
Fundación Rockefeller	175
Gobierno de España	60
Gobierno de Suecia	260
Gobierno de Suiza	2,884
Gobierno del Reino Unido	943
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	168
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	4,820
Banco Mundial (BIRF)	1,150
Otros	103
Subtotal	<u>24,452</u>
Ingresos del año	<u>899</u>
Total Operaciones Básicas	<u>25,351</u>
Proyectos Especiales y Colaborativos	
Gobierno de Australia	45
Gobierno de Bélgica	70
Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI)	1,346
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)	16

Fundación Ford	18
Fundación para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO)	83
Agencia Alemana para Cooperación Técnica (GTZ)	39
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	11
Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF)	155
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)	220
Centro Internacional de Desarrollo de Fertilizantes (IFDC)	18
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)	180
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	163
Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI)	268
Gobierno de Israel	19
Gobierno de Italia	129
Gobierno de Japón	165
Fundación Kellogg	225
Universidad del Estado de Mississippi (INTSORMIL)	55
Gobierno de Holanda	62
Fundación Rockefeller	32
Gobierno de Suiza	324
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	98
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	745
Otros Donantes e Ingresos	<u>195</u>
Total Proyectos Especiales y Cooperativos	<u>4,681</u>
Total Donaciones e Ingresos	<u><u>30,032</u></u>

PROYECTOS COLABORATIVOS CON INSTITUCIONES CIENTIFICAS EN EL MUNDO EN 1988

El CIAT colabora con muchas instituciones avanzadas de investigación en un rango de proyectos que amplían el conocimiento de áreas prioritarias de investigación; en las cuales el centro, con sus programas actuales, no tiene una ventaja comparativa inmediata. Muchos de estos proyectos son financiados por agencias donantes nacionales en los países donde están localizadas las instituciones colaboradoras. Los proyectos actuales aparecen alfabéticamente con sus instituciones respectivas y, si es el caso, con su patrocinador.

Institución	Descripción	Patrocinador
Faculté des Sciences Agrochimiques de Gembloux, Département de Phytotechnologie Tropicale. Bélgica	Investigación en germoplasma de leguminosas	Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD)
Fondo de Desarrollo Rural Integrado. Colombia	Desarrollo agroindustrial de la yuca en Colombia	Fondo de Desarrollo Rural Integrado (DRI)
Institut für Viruskrankheiten der Pflanzen (IVPB). Braunschweig, República Federal de Alemania	Distribución e importancia de los virus que infectan naturalmente <i>Phaseolus vulgaris</i> y sus parientes en Africa	Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ)
Institute of Horticultural Research. Reino Unido	Variación patogénica de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> , patógeno del añublo de halo del frijol <i>Phaseolus</i>	Overseas Development Administration (ODA). Reino Unido
Research Institute of Horticultural Research. Reino Unido	Cuarentena de frijoles africanos en un tercer país	CIAT
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). Nigeria	Exploración y evaluación de los depredadores de ácaros de la yuca	IITA
Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI). Filipinas	Proyecto colaborativo IRRI-CIAT	IRRI
Istituto d'Agronomia e Coltivazione Erbacea. Roma, Italia	Evaluación de variabilidad existente y creación de nueva en germoplasma de <i>Phaseolus vulgaris</i>	Gobierno de Italia
Istituto di Biologia Agraria. Viterbo, Italia	Desarrollo de un ciclo de cultivo de tejidos en frijol común (<i>P. vulgaris</i>)	Gobierno de Italia
Istituto di Fitoviologia Applicata (IFVA). Roma, Italia	Caracterización de los principales aislamientos del virus del mosaico amarillo del frijol en Africa del Norte, Asia Occidental y China	Gobierno de Italia
Istituto Nazionale della Nutrizione (INN). Roma, Italia	Investigación de los factores antinutricionales en frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Gobierno de Italia

Institución	Descripción	Patrocinador
Istituto Sperimentale per L'Orticoltura. Milán, Italia	Desarrollo de un protocolo para la transformación del frijol (<i>Phaseolus</i> spp.) por agrobacteria	Gobierno de Italia
Ministerio de Agricultura. Irán.	Cooperación científica y técnica en investigación y capacitación para el mejoramiento del frijol <i>Phaseolus</i>	Gobierno de Irán
Overseas Development and Natural Resources Institute (ODNRI). Reino Unido	Evaluación organoléptica y bioquímica de la vida de la yuca almacenada	ODA.
Universidad de California, Davis. EE.UU.	Marcadores moleculares para estudios evolutivos en <i>P. vulgaris</i>	United States Agency for International Development (USAID)
Universidad de Florida, Gainesville, EE.UU.	Desarrollo de marcadores moleculares genéticos en <i>Phaseolus vulgaris</i>	United States Agency for International Development (USAID)
Universidad del Estado de Louisiana, Departamento de Bioquímica. EE.UU.	Desarrollo de técnicas de transferencia de genes en yuca	USAID
Universidad de Tel Aviv. Israel	Identificación y caracterización de cepas genéticas en <i>Bemisia</i>	USAID
Universidad del Estado de Mississippi, Oficina de Programas Internacionales. EEUU	Investigación en sorgo en América Latina (INTSORMIL)	USAID
Universidad de Munich, Instituto de Economía y Ciencias Sociales. República Federal de Alemania	Beneficios sociales y costos de la investigación de arroz en Brasil	BMZ
Universidad de Vrijes. Bruselas, Bélgica	Transformación de los tejidos de yuca	
Universidad de Washington. St. Louis, Missouri. EEUU	Desarrollo de resistencia a virus en yuca mediante la introducción y expresión de genes proteínicos de cobertura	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM)-Fundación Rockefeller
Universidad de Wisconsin, Departamento de Horticultura. EEUU	Hibridación interespecífica en <i>Phaseolus</i> spp. por cultivo de embriones	USAID
Universidad Marburg. República Federal de Alemania	Competencia y supervivencia de las cepas de <i>Rhizobium</i> bv. <i>phaseoli</i>	BMZ
Universidad Técnica. Bonn, República Federal de Alemania	Regeneración de plantas de <i>P. vulgaris</i> en cultivo de tejidos (Tesis Ph.D.)	Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Alemania Occidental
Universidad Técnica de Berlín República Federal de Alemania	Investigación en sistemas de doble propósito y en el papel de pastos-leguminosas mejorados para la producción de leche y carne en suelos ácidos de América tropical	GTZ

PUBLICACIONES EN 1988

PUBLICACIONES POR PERSONAL DE CIAT

Artículos de conferencias, talleres y seminarios	77
Libros	17
Artículos en publicaciones periódicas (boletines, revistas científicas)	105
Folletos	4
Documentos de trabajo	4
Artículos publicados en periódicos	20
Artículos publicados en revistas	14

PUBLICACIONES DE CIAT

Frijol	
Boletines	4
Resúmenes analíticos	2
Bibliografía	1
Manual técnico	1
Afiche	1
Unidades audiotutoriales	4

Yuca	
Boletines	5
Folletos	2
Afiche	1
Resúmenes analíticos	2
Bibliografía	1
Unidades audiotutoriales	2
Unidades videotutoriales	2

Arroz	
Boletines	2
Manual técnico	1

Semillas	
Boletines	2
Manuales	2

Pastos Tropicales	
Boletines técnicos	3
Informe técnico	1
Resúmenes analíticos	1
Unidades audiotutoriales	2
Unidades videotutoriales	1
Otros	
Boletines institucionales	4
Informe Anual (edición bilingüe)	1
Memorias	1
Folletos	3
Separata	1

JUNTA DIRECTIVA

(1988-1989)

Frederick Hutchinson
Presidente de la Junta
Vice-Presidente para la
Administración Agrícola
Ohio State University
Columbus, Ohio, Estados Unidos

William A. Carlson
Consultor
Washington, D.C., Estados Unidos

Richard B. Flavell
Director
John Innes Institute
Norwich, Reino Unido

Dely P. Gapasin
Directora Ejecutiva Adjunta para
la Investigación y Desarrollo
Philippine Council for
Agriculture, Forestry and
Resources Research and
Development (PCARRD)
Los Baños, Laguna, Filipinas

Ken-ichi Hayashi*
Director General
National Institute of
Agrobiological Resources
(NIAR)
Japón

Gabriel Montes Llamas
Gerente General
Instituto Colombiano
Agropecuario (ICA)
Bogotá, Colombia

Ricardo Mosquera Mesa
Rector
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia

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

Josef Nösberger
Profesor de Agronomía
Instituto de Botánica (ETH)
Zurich, Suiza

Michel Petit
Director
Departamento de Desarrollo
Agrícola y Rural
Banco Mundial
Washington, D.C., Estados Unidos

Gabriel Rosas Vega
Ministro de Agricultura
Bogotá, Colombia

Juan José Salazar
Director
Fondo Financiero Agropecuario
Banco de la República
Bogotá, Colombia

Jack Tanner
Presidente
Departamento de Ciencias de
Cultivos
Ontario Agricultural College
University of Guelph
Guelph, Ontario, Canadá

* Se retiró en octubre de 1988

Rodrigo Tarté
Director
Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza
(CATIE)
Turrialba, Costa Rica

Helio Tollini
Director
División de Análisis Económico y
Planeamiento
International Fund for Agricultural
Development (IFAD)
Roma, Italia

Lucía de Vaccaro
Facultad de Agronomía
Instituto de Producción Animal
(IPA)
Universidad Central de Venezuela
Maracay, Aragua, Venezuela

Frederick Joshua Wang'ati
Secretario
National Council for Science and
Technology
Nairobi, Kenia

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

PERSONAL PRINCIPAL (a Diciembre 1988)

OFICINA DEL DIRECTOR GENERAL

Científicos principales

John L. Nickel, Ph.D., Dr.Sc.Agr. H.C.,
Director General

Douglas R. Laing, Ph.D.,
Director General Adjunto

Filemón Torres, Ph.D.,
Director General Adjunto

* Gertrude Brekelbaum, Ph.D.,
Asistente del Director General

Randy Treichler, M.S.
Asistente del Director General

Jack Reeves, J.D.,
Escritor Principal, Jefe, Información al
Público

PROGRAMA DE FRIJOL

Científicos principales

Douglas Pachico, Ph.D.,
Economista Agrícola, Líder

* Aristeo Acosta, Ph.D.,
Mejorador (sede en Kawanda, Uganda)

David Allen, Ph.D.,
Fitopatólogo, Coordinador,
Proyecto Regional para el Sur de
Africa SADCC (sede en Arusha,
Tanzania)

James Kwasi Owusu Ampofo, Ph.D.,
Entomólogo, Proyecto Regional
para el Sur de Africa SADCC (sede
en Arusha, Tanzania)

Stephen R. Beebe, Ph.D.,
Fitomejorador

César Cardona, Ph.D.,
Entomólogo

Jeremy H. Davis, Ph.D.,
Fitomejorador, Coordinador
Regional del Programa de Frijol de
los Grandes Lagos (sede en Butare,
Ruanda)

* Se retiró en 1988.

J. Michael Dessert, Ph.D.,
Fitomejorador, Coordinador
Regional, Programa de Frijol en
América Central (con sede en San
José, Costa Rica)

Todo Oghenetsaubuko Edje, Ph.D.,
Agrónomo, Sistemas de Cultivo,
Proyecto Regional para el Sur de
Africa SADDCC (sede en Arusha,
Tanzania)

Guillermo E. Gálvez, Ph.D.,
Fitopatólogo, Coordinador
Regional, Programa Regional de
Investigación en Frijol en la Región
Andina (sede en Lima, Perú)

William Grisley, Ph.D.,
Economista, Programa Regional de
Frijol para Africa Oriental (sede en
Kawanda, Uganda)

Wilhelmus Janssen, Ph.D.,
Economista

Judith Kipe-Nolt, Ph.D.,
Microbióloga

Roger Kirkby, Ph.D.,
Fitomejorador, Coordinador,
Programa Regional de Frijol para
Africa Oriental (sede en Debre Zeit,
Etiopía)

Julia L. Kornegay, Ph.D.,
Fitomejoradora

Jonathan Lynch, Ph.D.,
Fisiólogo de Plantas

Silvio H. Orozco, M.S.,
Agrónomo, Programa de Frijol en
América Central (sede en Ciudad de
Guatemala, Guatemala)

Marcial A. Pastor-Corrales, Ph.D.,
Fitopatólogo

Shree P. Singh, Ph.D.,
Fitomejorador

J. Barry Smithson, Ph.D.,
Fitomejorador, Proyecto Regional para
el Sur de Africa SADDCC (sede en
Arusha, Tanzania)

Michael D. Thung, Ph.D.,
Agrónomo (sede en CNPAF,
Goiania, Goias, Brasil)

Peter Trutmann, Ph.D.,
Patólogo, Programa de frijol
de los Grandes Lagos (sede en Butare,
Ruanda)

* Joachim Voss, Ph.D.,
Antropólogo, Programa de
frijol de los Grandes Lagos (sede en
Butare, Ruanda)

Oswaldo Voysest, Ph.D.,
Agrónomo

Jeffrey White, Ph.D.,
Fisiólogo

* Jonathan Woolley, Ph.D.,
Agrónomo Sistemas de Cultivo

Charles Wortmann, Ph.D.,
Agrónomo, Programa Regional de
Frijol en Africa Oriental (sede en
Kawanda, Uganda)

Científico invitado

Rogelio Lépez, Ph.D., Agrónomo

Senior research fellow

Willi Graf, Dipl. Ing. Agri.,
Programa Regional de Frijol de los
Grandes Lagos (sede en Butare,
Ruanda)

Científicos posdoctorales

Gustavo A. Frias, Ph.D.,
Patólogo (sede en San José, Costa Rica)

Guy Henry, Ph.D.
Economista Agrícola

* Se retiró en 1988.

Joseph Tohme, Ph.D.,
Fitomejorador

Científica visitante

Louise Sperling, Ph.D.,
Antropóloga (asignada por la
Fundación Rockefeller), Programa de
Frijol de los Grandes Lagos (sede en
Butare, Ruanda)

PROGRAMA DE YUCA

Científicos principales

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

Anthony C. Bellotti, Ph.D.,
Entomólogo

Rupert Best, Ph.D.,
Ingeniero Químico, Utilización

Mabrouk El-Sharkawy, Ph.D.,
Fisiólogo

Clair Hershey, Ph.D.,
Fitomejorador

Reinhardt Howeler, Ph.D.,
Científico de Suelos, Programa
Regional de Yuca en Asia (sede en
Bangkok, Tailandia)

Kazuo Kawano, Ph.D.,
Fitomejorador, Programa Regional de
Yuca en Asia (sede en Bangkok,
Tailandia)

J. Carlos Lozano, Ph.D.,
Fitopatólogo

* John K. Lynam, Ph.D.,
Economista Agrícola

Raúl Moreno, Ph.D.,
Agrónomo

Steven Romanoff, Ph.D.,
Antropólogo (sede en Quito,
Ecuador)

Senior research fellows

Carlos Augusto Pérez, Ph.D.,
Antropólogo

Christopher Wheatley, Ph.D.,
Fisiólogo, Utilización

Científicos posdoctorales

Ann Braun, Ph.D., Entomóloga

* Edward Carey, Ph.D., Fitomejorador

Científicos visitantes

Gerard Chuzel, Ph.D.,
Tecnólogo de Alimentos, Utilización

* Yamel López, Ph.D.,
Agrónomo

Daniel Sullivan, Ph.D.,
Entomólogo

PROGRAMA DE ARROZ

Científicos principales

Robert Zeigler, Ph.D.,
Fitopatólogo, Líder

Federico Cuevas, Ph.D.,
Agrónomo/Fitomejorador,
Coordinador del IRTP para América
Latina (Miembro asociado del senior
staff-IRRI)

* James Gibbons, Ph.D., Fitomejorador
(sede en Villavicencio, Colombia)

César Martínez, Ph.D.,
Fitomejorador

* Edward Pulver, Ph.D.,
Agrónomo

* Se retiró en 1988.

Luis R. Sanint, Ph.D.,
Economista

* Manuel Rosero, Ph.D.,
Fitomejorador, Científico de Enlace
del IRRI, Coordinador del IRTP
para el Caribe (sede en Santo
Domingo, República Dominicana)

Surapong Sarkerung, Ph.D.,
Fitomejorador

* Georg Weber, Ph.D.,
Entomólogo/ Manejo Integrado de
Plagas

Científico invitado

Patricio Vargas, Ph.D., Agrónomo

Senior research fellow

Jorge Luis Armenta, Ph.D.,
Fisiólogo, Coordinador Regional, Red
de Mejoramiento de Arroz del Caribe
(sede en Santo Domingo, República
Dominicana)

Anré Leury, M.S.,
Agrónomo, Red de Mejoramiento de
Arroz del Caribe (sede en Puerto
Príncipe, Haití)

Kulbir Panna, M.S.,
Ingeniero Agrícola, Red de
Mejoramiento de Arroz del Caribe
(sede en Puerto Príncipe, Haití)

Científico posdoctoral

Fernando Correa, Ph.D., Fitopatólogo

PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES

Científicos principales

José M. Toledo, Ph.D.,
Agrónomo de Pasturas, Líder

Rosemary S. Bradley, Ph.D.,
Microbióloga de Suelos

John E. Ferguson, Ph.D.,
Agrónomo, Producción de Semillas

Myles Fisher, Ph.D.,
Ecofisiólogo

Bela Grof, Ph.D.,
Agrostólogo, Agronomía de los
Cerrados (sede en Planaltina, Brazil)

Gerhard Keller-Grein, Dr.agr.,
Agrónomo Trópicos Húmedos RIEPT
(sede en Pucallpa, Perú)

Stephen Lapointe, Ph.D.,
Entomólogo

Carlos Lascano, Ph.D.,
Zootecnista, Calidad de Pastos y
Nutrición

* Jillian M. Lenné, Ph.D.,
Fitopatóloga

John W. Miles, Ph.D.,
Fitomejorador

Esteban A. Pizarro, Ph.D.,
Agrónomo, Pruebas Regionales (sede
en San José, Costa Rica)

José G. Salinas, Ph.D.,
Científico de Suelos, Nutrición de
Plantas y Suelos (sede en Pucallpa,
Perú)

Rainer Schultze-Kraft, Dr.agr.,
Agrónomo, Germoplasma

Carlos Seré, Dr.agr.,
Economista Agrícola

Jarac M. Spain, Ph.D.,
Científico de Suelos, Desarrollo de
Pasturas (sede en Planaltina, Brasil)

Derrick Thomas, Ph.D.,
Agrónomo de Forrajes, Llanos RIEPT

* Se retiró en 1988.

Raúl R. Vera, Ph.D.,
Zootecnista, Sistemas de Producción de
Ganado

Científicos invitados

* Cecilia do Valle, Ph.D.,
Fitomejoradora

* Armando Peralta, M.S., Agrónomo

Senior research fellows

Yoichi Nada, Ph.D.,
Científico de Pasturas (asignado a CIAT
por TARC, Japón)

* Yasuo Ogawa, M.S.,
Desarrollo de Pasturas (asignado a
CIAT por TARC, Japón)

Roberto Sáez, Ph.D.
Economista, (scde en Planaltina, Brazil)

Científicos posdoctorales

Miguel A. Ayarza, Ph.D.,
Científico de Suelos

William Loker, Ph.D.,
Antropólogo, Economía (asignado a
CIAT por la Fundación Rockefeller,
con sede en Pucallpa, Perú)

Alvaro Ramírez, Ph.D.,
Economista (sede en Quito, Ecuador)

Científico visitante

* Robert Davis, Oficial de Experimentos,
Agrónomo/Fitopatólogo

**PROGRAMA DE
APOYO EN CAPACITACION Y
COMUNICACIONES**

Científicos principales

Gerardo E. Häbich, Ph.D.,
Líder

Susana Amaya, Ph.D.,
Especialista en Comunicación,
Jefe, Principal, Publicaciones

Senior research fellow

Cynthia Connolly, Ph.D.,
Jefe, Materiales de Capacitación

**Personal de servicios administrativos
generales**

Alfredo Caldas, M.S.,
Administrador de Admisiones,
Capacitación

Walter Correa, Ph.D.,
Jefe, Artes Gráficas/Producción

APOYO A LA INVESTIGACION

Unidad de Estudios Agroecológicos

Científico principal

Peter Jones, Ph.D.,
Agrometeorólogo, Científico de
Sistemas, Jefe

Científicos posdoctorales

Simon Carter, Ph.D., Geógrafo Agrícola

Daniel Robison, Ph.D.,
Científico de Suelos

José Ignacio Sanz, Ph.D.,
Científico de Suelos

**Unidad de Investigación en
Biotecnología**

Científico principal

William M. Roca, Ph.D., Fisiólogo, Jefe

Senior research fellow

René Chávez, Ph.D., Fitomejorador

* Se retiró en 1988.

Científicos postdoctorales

Mornan Kuonade, Ph.D.,
Biólogo, Fisiólogo

María Luisa Marín, Ph.D.,
Fisiólogo de Plantas

Unidad de Servicios de Datos

Científico principal

* Leslie C. Chapas, Dipl. Math. Stat.,
Biometrista, Jefe

Personal de servicios administrativos generales

María Cristina Amézquita de Quiñónez,
Dipl. Math. Stat.
Jefe, Biometría

Operaciones de las Estaciones Experimentales

Científico principal

Alfonso Díaz-Durán, M.S., P.E.,
Superintendente

Unidad de Recursos Genéticos

Científico principal

* David Wood, Ph.D.,
Botánico, Jefe

Senior research fellow

Daniel G. Debouck, Ph.D., Fisiólogo

Unidad de Semillas

Científicos principales

Cilas Pacheco Camargo, Ph.D.,
Tecnólogo de Semillas, Jefe

Adriel E. Garay, Ph.D.,
Especialista en Producción de Semillas

Senior research fellows

* Claudio Bragantini, Ph.D.,
Agrónomo, Tecnólogo de Semillas

Anibal Monares, Ph.D.,
Economista Agrícola

* Silmar Peske, Ph.D.,
Acondicionamiento de Semillas

Unidad de Investigación en Virología

Científicos principales

Francisco J. Morales, Ph.D., Virólogo

Lee Calvert, Ph.D., Virólogo

Senior research fellow

* Barry Nolt, Ph.D., Virólogo

Proyecto de Investigación Participativa (Fundación W. K. Kellogg)

Científica principal

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

FINANZAS Y ADMINISTRACION

Científicos principales

Fritz Kramer, Ph.D.,
Director

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

Harrington Hazel, Ph.D.,
Administración Pública, Jefe, Oficina
de Proyectos Especiales

Personal de Servicios Administrativos Generales

Luz Stella Daza, C.P.T.,
Auditora Interna

Alberto Estrada, Ing. Civil,
Jefe, Sistemas Administrativos y
Procedimientos

* Se retiró en 1988.

Germán Gutiérrez, Ing. Mec.,
Jefe, Servicios de Mantenimiento

Enrique Méndez, B.A.,
Contralor

* Luis Antonio Osorio, Ing. Ind.,
Jefe, Suministros

Fernando Posada, B.S.,
Administrador de Empresas, Gerente,
Oficina del CIAT en Miami

Darío Quiroga, M.Sc.,
Jefe, Suministros

Diego Vanegas, Piloto

Germán Vargas, M.B.A.,
Jefe, Recursos Humanos

Bernardo Velásquez, Adm. Hot.
Jefe, Alimentos y Vivienda

REPRESENTACION EN EL CIAT DE INSTITUCIONES COLABORADORAS

Proyecto CIMMYT/CIAT de Maíz para la Región Andina

Miembros asociados del personal principal

Shivaji Pandey, Ph.D.,
Fitomejorador, Jefe

Wayne L. Haag, Ph.D.,
Fitomejorador, Servicios para la Región
Andina

Edwin Bronson Knapp, Ph.D.,
Especialista en Producción

Representación Regional del CIP

Miembros asociados del personal principal

Oscar Hidaigo, Ph.D.,
Fitopatólogo, Jefe, Funcionario de
Enlace (sede en Bogotá, Colombia)

* Oscar Malamud, Ph.D.,
Funcionario de Enlace, Jefe (sede en
Bogotá, Colombia)

Luis Valencia, Ph.D.,
Funcionario de Enlace (sede en Bogotá,
Colombia)

Representación Regional del CIRF

Miembro asociado del personal principal

* Miguel Holle, Ph.D.,
Funcionario de Campo del CIRF para
América Latina

Associate senior research fellow

Luis E. López, Ph.D.,
Funcionario de Campo del CIRF para
América Latina

Proyecto Fertilidad de Suelos IFDC/CIAT

Miembro asociado del personal principal

Luis Alfredo León, Ph.D.,
Científico de Suelos, Jefe

Proyecto INTSOY/ICA/CIAT

Miembro asociado del personal principal

Guillermo Muñoz, Ph.D., Fitomejorador,
Coordinador

Proyecto de Fijación Biológica de Nitrógeno

Científico posdoctoral

* Peter Cookson, Ph.D.,
Microbiólogo, Proyecto PNUD

* Se retiró en 1988.

EL SISTEMA GCIAI

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI) se formó en 1971. Esta asociación de países, organizaciones internacionales y regionales, y fundaciones privadas está dedicada a apoyar un sistema de 13 centros y programas de investigación agrícola en el mundo, de los cuales nueve son centros y cuatro son organizaciones asociadas. El propósito de este esfuerzo de investigación es mejorar la cantidad y calidad de la producción de alimentos en los países en desarrollo.

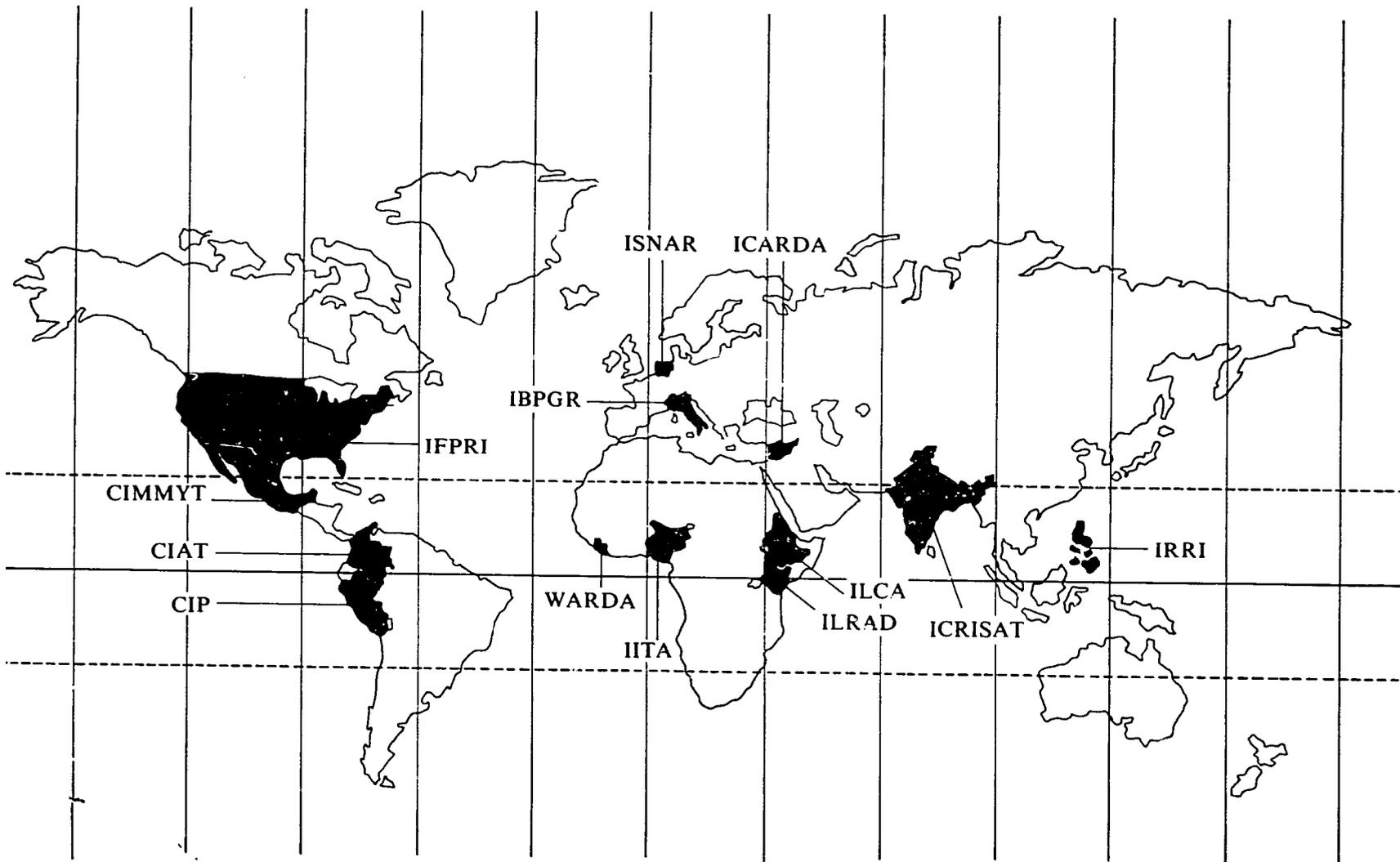
Copatrocinadores de este empeño son el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El Banco Mundial provee la presidencia y la secretaría del GCIAI. Este cuenta con un Comité Técnico Asesor cuya secretaría la proporcionan los tres copatrocinadores y tiene su sede en la FAO, Roma.

En 1989 el GCIAI cuenta con 35 donantes que aportan al sistema cerca de \$228 millones de dólares.

Los nueve centros internacionales de investigación agrícola y las cuatro organizaciones asociadas tienen las siguientes sedes y responsabilidades de investigación:

AFRICA

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



ASIA

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

ESTADOS UNIDOS

- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), Washington, D.C.: análisis de los problemas de producción mundial de alimentos.

EUROPA

- 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.

AMERICA LATINA

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: yuca, frijol común, arroz, y pastos tropicales.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), El Batán, Mexico: maíz y trigo.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú: papa.

MEDIO ORIENTE

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