



CIAT en Perspectiva 2001-2002

**Del Riesgo
a la Resistencia**

Contenido

1	Perspectiva en la Práctica
2	Bienes públicos para el fortalecimiento rural: Mensaje del Director General
4	Mejoramiento de los medios de vida en el campo: Plan de mediano plazo del CIAT para 2002-2004
7	Del Riesgo a la Resistencia
8	A enfrentar el riesgo
10	Semillas de salud
13	Frijol con “esperanza en el infierno”
15	Siguiendo el impacto del recalentamiento global
17	Participación permanente
20	Perspectivas sobre el impacto de la investigación
25	Logros Notables de Investigación y Desarrollo
25	Estrategia de mejoramiento de frijol orientada al mercado en África
26	Marcadores moleculares contra el mosaico de la yuca
28	Novedosa empresa lechera transforma aldeas en Filipinas
29	Ganándole terreno al salvazo de los pastos
30	Aprovechamiento del lado silvestre del arroz
32	Reconstrucción de fértil región de El Salvador mediante manejo integrado de la mosca blanca
33	Pequeñas agroempresas logran precios más altos para pimienta y café
35	Una Visión General del CIAT
Reverso de contracarátula	El Poder de la Perspectiva



- La inseguridad alimentaria, la decreciente fertilidad del suelo, las enfermedades del ganado y las bombas sin estallar que quedaron de la guerra de los Estados Unidos con Vietnam son algunos de los riesgos enfrentados por esta familia campesina en la aldea de Khangpanien, en el Distrito de Nonghet, Provincia de Xieng Khouang, en el norte de Laos.

Perspectiva en la Práctica

Paso a paso, el agricultor avanza, luchando por mantener su equilibrio en la superficie impredecible que tiene bajo sus pies: la finca familiar. Él sabe que las fuerzas que se agitan a su alrededor, especialmente el clima y una economía desfavorables, están fuera de su control y lo pueden tumbar de un momento a otro.

Ganarse el sustento en el trópico, con la agricultura en pequeña escala, se asemeja a caminar sobre una cuerda floja en medio de una tormenta. Mediante su investigación biofísica y socioeconómica, el CIAT ayuda a estos acróbatas agrícolas a reducir los riesgos y aprovechar nuevas oportunidades que pueden aparecer esporádicamente, como espacios de cielo azul en medio de la turbulencia.

En este número de *CIAT en Perspectiva*, nuestro informe anual para 2001-2002, consideramos los múltiples riesgos a que se enfrentan estos agricultores y describimos la investigación que busca lograr que las comunidades rurales tengan mayor resistencia, o mejor, **resiliencia**, o sea, “la capacidad para recuperarse de una desgracia o la facilidad de adaptarse al cambio”. Entre los diversos recursos que proporcionamos para lograrlo están variedades mejoradas de cultivos, herramientas de información que permiten predecir el riesgo y capital social basado en la investigación participativa.



Bienes Públicos para el Fortalecimiento Rural

Mensaje del Director General

La pobreza es la carga diaria de más de mil millones de personas. Un aspecto particularmente insidioso de estos problemas es la incapacidad de la gente de enfrentar riesgos y amenazas inesperadas o de aprovechar nuevas oportunidades.

La ventaja comparativa del CIAT en la investigación agrícola tropical la veo como nuestra capacidad de suministrar una amplia mezcla de bienes públicos, que puede permitirles a los agricultores pobres que sean más fuertes ante la adversidad y más sensibles frente a nuevas opciones económicas. Nuestro canasto de bienes públicos —variedades mejoradas de cultivos, medidas de control de enfermedades y plagas, técnicas de conservación del suelo, etc.— incluye tecnologías “sociales”. Éstas son herramientas y métodos para ayudarle a los agricultores a que aprendan, experimenten y se organicen para la innovación rural.

Adopción de tecnologías sociales en Bolivia

Durante un viaje reciente a las orillas bolivianas del lago Titicaca, me reuní con un grupo de agricultores que han establecido con éxito pequeñas agroempresas. Algunos están elaborando y comercializando suéteres de lana de alta calidad. Otros cultivan, muelen y envasan quinua, un grano

andino tradicional cuya popularidad crece entre consumidores europeos y norteamericanos.

Me impresionó saber que éstos y otros pequeños empresarios se han apropiado y aplicado dos de las tecnologías sociales del CIAT. Una es nuestro sistema de comités de investigación agrícola local manejados por los agricultores, mejor conocidos como CIAL, que también está siendo usado por diversas comunidades productoras de papa (ver páginas 17-19). La otra es nuestro método para identificar nuevas oportunidades de mercado para productos rurales y establecer pequeñas agroempresas.

La papa y la quinua no forman parte del mandato de investigación sobre cultivos del CIAT, pero a través de los esfuerzos de dos socios colaboradores —la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) y el Centro Internacional de la Papa (CIP)— nuestras tecnologías sociales han encontrado una clientela receptiva entre los campesinos bolivianos, en particular los agricultores quechuas.

Durante nuestra visita de campo, me complació escuchar a un representante del Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID), del Reino Unido, comentar que los grupos de agricultores bolivianos proporcionan una “prueba de concepto” de la metodología CIAL. Esto apoya el punto de vista del CIAT de que este método de investigación participativa, ahora utilizado por cerca de 250 grupos en ocho países latinoamericanos, es una excelente manera de promover la innovación y la acumulación de capital social local rural —los pilares de la resiliencia de los agricultores, es decir, “la capacidad para recuperarse de una desgracia o la facilidad de adaptarse al cambio”.



• Susan Kaaria, economista del CIAT, con agricultores-investigadores en Bolivia.



• Investigación en biotecnología de yuca en la sede del CIAT.



• Guanábana (*Annona muricata*), una importante fruta tropical del norte de América del Sur.

Recursos económicos: Yuca y frutas tropicales

El libre comercio internacional representa para los pequeños agricultores del trópico tanto riesgos como oportunidades. Por ejemplo, hoy día las importaciones de maíz para alimentación animal de América del Norte causan mucho daño a los pequeños productores de maíz en muchas partes de América Latina tropical. No obstante, el CIAT ha podido demostrar el gran potencial de la yuca como alimento alternativo para animales y puede venderse a precios internacionalmente competitivos. La yuca es un recurso subexplotado que puede mejorar la situación de millares de pequeños agricultores frente a la globalización.

Las frutas tropicales, tanto para exportación como para consumo doméstico, también son una gran promesa económica para los agricultores de países en desarrollo que tratan de hacer frente al cambio económico. Bajo nuestra nueva estrategia y plan de mediano plazo, el CIAT emprenderá estudios que

buscan ayudar a los campesinos a identificar y aprovechar nuevas oportunidades para producir y comercializar estos cultivos de alto valor.

Nuestros esfuerzos para ayudar a los agricultores pobres a que transformen los arriesgados medios de vida en zonas rurales en medios más seguros, incluyen muchas otras vías de investigación. Éstas van desde el mejoramiento de cultivos de primera necesidad para superar la malnutrición entre mujeres y niños hasta el uso de sistemas de información geográfica y herramientas de modelación para predecir el impacto del cambio climático en los rendimientos de los cultivos. Una convicción que guía nuestro trabajo es que el acceso a una mezcla amplia y complementaria de tecnologías biofísicas y sociales es la mejor manera de ayudar a las comunidades rurales a que se adapten y prosperen en un agitado mundo cambiante.

Joachim Voss
Director General, CIAT

En memoria de Chusa Ginés y Verónica Mera

El 28 de enero de 2002, María de Jesús (Chusa) Ginés y Verónica Mera perdieron sus vidas cuando el avión en que viajaban chocó contra el volcán Cumbal, en la frontera entre Colombia y Ecuador. Los directivos y el personal del CIAT, así como sus amigos en muchas organizaciones colaboradoras, lamentan profundamente la trágica pérdida de estas dos apreciadas colegas. A sus familias, extendemos nuestro más sincero pésame.

Un recuerdo que, tanto de Chusa como de Verónica, abrigaremos durante mucho tiempo es que estas dos personas clave en la Red de Biotecnología de Yuca (CBN) en América Latina dedicaron sus vidas al progreso de los campesinos pobres, especialmente las mujeres agricultoras.

Chusa, una experta en recursos fitogenéticos con un doctorado en biología molecular, se desempeñaba como coordinadora de la Red. Verónica, con una maestría en

manejo de sistemas de conocimiento agrícola, se desempeñaba como profesional de ciencias sociales. Ambas tenían su sede de trabajo en Quito, Ecuador.

Apoiada por el Ministerio de Asuntos Exteriores de los Países Bajos y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá, la Red sirve de puente entre biotecnólogos y pequeños productores, procesadores y consumidores de yuca. Asimismo, la Red busca asegurar que las necesidades y los criterios de estos clientes alimenten directamente la investigación en biotecnología sobre el cultivo.

Coordinar lo que algunos han denominado una red de "biotecnología verde" fue una función para la cual Chusa era idónea.

En memoria de Chusa y Verónica, el CIID y el CIAT crearon el Fondo Conmemorativo de Becas Ginés-Mera, que ofrecerá becas a

hombres y mujeres jóvenes de países en desarrollo en todo el mundo para proseguir estudios de posgrado en diversidad biológica y campos relacionados.



Mejoramiento de los Medios de Vida en el Campo

Plan de Mediano Plazo del CIAT para 2002-2004

El año pasado, el CIAT publicó su plan estratégico para 2001-2010, en cuya esencia está una visión a largo plazo de medios de vida sostenibles para millones de familias campesinas de escasos recursos en todo el mundo en desarrollo. Para ayudarlos a salir de la pobreza, consideramos que se deben satisfacer tres condiciones: agricultura en pequeña escala más competitiva, mejor salud del agroecosistema y sólida innovación rural.

- Ensayo de una sembradora-arado en la aldea de Worka, en la región de Oromo, Etiopía.

El Centro está ejecutando la primera fase de esta estrategia mediante su plan de mediano plazo para 2002-2004. A continuación destacamos varias innovaciones en la agenda de investigación y en la estructura orgánica del CIAT que darán forma a nuestro trabajo en los próximos años.

Instituto de suelos

El suelo es un sistema biológico vital en el cual se fundamenta la agricultura. Pero también es uno de los recursos naturales más amenazados, especialmente en África. Para muchos de los pequeños agricultores del trópico, el uso intensivo de fertilizantes químicos inorgánicos para mejorar la fertilidad del suelo no es una opción realista debido a los

- Establecimiento de una finca comunitaria experimental en Nicaragua.

gastos que representa. Por tanto, es esencial crear técnicas de manejo del suelo que sean sostenibles y que hagan uso eficiente de los recursos locales, por ejemplo, residuos de cultivos y plantas forrajeras. La experiencia del CIAT en África, Asia y América Latina indica que estos métodos pueden diseñarse y aplicarse de manera exitosa cuando se fusiona cuidadosamente la ciencia formal con las experiencias propias del lugar y la tecnología de los pequeños agricultores.

Para aplicar este enfoque en gran escala, hace poco el CIAT completó una fusión con el Programa de Biología y Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) y creó con el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF), la Alianza para el Manejo Integrado de la Fertilidad de los Suelos en África.

Innovación rural

Para el CIAT, la ciencia es un medio para conseguir un fin: medios de vida sostenibles en zonas rurales. Por consiguiente, se le ha dado alta prioridad a la vinculación de la investigación para el desarrollo local. Nuestro Instituto de Innovación Rural, recientemente establecido, reúne varias líneas de investigación en acción que realiza el CIAT. Son proyectos que buscan ayudar a que las comunidades y las ONG en zonas rurales conozcan su entorno local, resuelvan problemas y aprovechen nuevas tecnologías agrícolas y los mercados. Nuestro trabajo en curso en el área de investigación participativa y de desarrollo de agroempresas ha sido reasignado al nuevo instituto.

- Participación comunitaria en el mapeo tridimensional de una microcuenca en el departamento del Cauca, Colombia.

El Instituto ha lanzado un nuevo proyecto titulado Información y Comunicaciones para las Comunidades Rurales. Sus resultados clave incluyen enfoques organizacionales para reunir y distribuir información y conocimientos como el diseño de telecentros comunitarios y

sistemas de información basados en la Web. El nuevo proyecto ayudará al CIAT a que se consolide y amplíe la experiencia que ha adquirido en estas áreas en los últimos años.

Organización de la investigación

En el pasado, la mayoría de los proyectos del CIAT estaban organizados alrededor de dos temas amplios: recursos fitogenéticos y manejo de recursos naturales. Nuestra nueva estructura integra estos esfuerzos bajo una misma dirección de investigación, lo cual permite una coordinación más estrecha de estos dos entornos convergentes.

Para asegurar que nuestra investigación responda a las necesidades de nuestras diversas organizaciones colaboradoras en América Latina, África y Asia, se han nombrado tres coordinadores regionales. Cada uno hará seguimiento del entorno agrícola y político pertinente y asegurará que las prioridades de los programas de investigación nacionales y regionales, así como las de las asociaciones de agricultores y las organizaciones de desarrollo comunitario, sean consideradas dentro de las actividades del CIAT.

Frutas tropicales

Cultivar frutas tropicales puede ser una fuente estable de empleo e ingresos para familias con parcelas muy pequeñas de tierra. El largo ciclo de producción de los árboles frutales también contribuye a la conservación del suelo. El CIAT reconoce que la investigación y el desarrollo dirigidos en este campo tienen enorme potencial para impulsar la competitividad de pequeños agricultores mientras promueven agroecosistemas saludables.

Para ayudar a nuestros socios colaboradores en los sectores público y privado a que promuevan la producción, el procesamiento y el mercadeo de las frutas tropicales en las comunidades rurales, los científicos del CIAT desarrollarán un sistema de información interactivo



• Guanábana, una fruta tropical.

basado en la Web, que indica cuáles especies de frutas tropicales pueden cultivarse con éxito en localidades específicas, con base en semejanzas agroecológicas. También identificarán y ayudarán a desarrollar oportunidades comerciales.

El Proyecto de Frutas Tropicales se ubicará dentro del Parque Científico Agronatura, en la sede del CIAT en Cali, Colombia. Hemos creado el parque científico bajo la premisa de que la investigación relacionada con oportunidades comerciales puede generar nuevos beneficios para los agricultores de escasos recursos. Agronatura auspicia actualmente 18 organizaciones de investigación, que comparten las instalaciones del Centro y trabajan con nuestros científicos en proyectos conjuntos.

Cambio climático

El recalentamiento del planeta es un hecho científico aceptado, y los modelos de cambio climático nos están dando una imagen cada vez más detallada de lo que nos espera. El tema es de especial interés para el CIAT, ya que ahora se están prediciendo reducciones en los rendimientos de los cultivos para la mayor parte del trópico y subtropico, donde la capacidad de una rápida adaptación es más débil.

Nuestro nuevo proyecto de cambio climático se basa en investigaciones anteriores realizadas por el CIAT sobre este tema y trata de integrarlas. El proyecto se centra en tres temas:

- Uso de sistemas de información geográfica y otras herramientas de modelación para predecir los efectos del cambio climático en la agricultura.
- Diseño de estrategias que permiten a los agricultores y los encargados de formular políticas agrícolas salir adelante con los problemas.
- Investigación sobre mecanismos mediante los cuales la agricultura contribuye al recalentamiento atmosférico (por ejemplo, mediante la liberación de metano por el ganado) o lo desacelera (como cuando las pasturas mejoradas secuestran grandes cantidades de carbono del suelo).



• Deshierba de un sembrado de piña en el estado de Goiás, Brasil.



- Niños ugandeses de una importante región productora de frijol cerca de Mbale.

Del Riesgo a la Resistencia

La agricultura, en cualquier parte, es un negocio arriesgado. Los agricultores tienen poca influencia —y a veces ninguna— sobre los factores biofísicos comprometidos en el crecimiento de las plantas y en las condiciones económicas que determinan ganancia o pérdida. Entre las variables más esquivas están el clima, las plagas y enfermedades, y los precios del mercado.

La gente pobre en el trópico constituye la mayoría de los agricultores del mundo. Y son los más expuestos y vulnerables frente a las amenazas. No obstante, hay muchos puntos de acceso mediante los cuales ellos pueden ganar cierto control sobre algunos factores de riesgo. Entre las opciones están la adopción de nuevas variedades de cultivos que resisten diferentes tipos de estrés, el mejoramiento de la nutrición familiar y la organización de la comunidad para la innovación rural local sostenida.

En las siguientes páginas examinaremos algunas limitaciones y riesgos que enfrentan estos agricultores y mostraremos ejemplos de cómo la investigación del CIAT está ayudando a incrementar la resiliencia, o capacidad de recuperación o adaptación de los campesinos.

- Preparación de la tierra en la aldea de Worka en la región de Oromo, Etiopía.



A Enfrentar el Riesgo

En los países desarrollados, el apoyo a los agricultores para enfrentar el riesgo se hace con sólo una llamada telefónica o una búsqueda en Internet. El acceso a información técnica oportuna tendrá mucho efecto para reducir su vulnerabilidad frente a lo inesperado. Adquirir las últimas variedades mejoradas de cultivos, razas de ganado e insumos químicos también ayuda. Pero, cuando estas medidas fracasan, siempre existe un seguro de cosechas al que se le puede echar mano.

Factores de riesgo

Los pequeños agricultores del trópico no tienen tantos ases bajo sus mangas. El arte de correr riesgos calculados es más complejo para ellos, y si se equivocan, las consecuencias son más implacables. De hecho, la pérdida completa de un cultivo y el hambre son demasiado comunes.

Para empezar, estos pequeños agricultores no pueden pagar los insumos químicos que sus contrapartes en el Norte aplican habitualmente para proteger sus inversiones. La aplicación de fertilizante, por ejemplo, varía ampliamente a través de países y regiones; algunas cifras presentadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ilustran este punto: En 1999, Italia, con 58 millones de personas, consumió 1.8 millones de toneladas métricas de fertilizante. En contraste, los 41 países de África, al sur del Sahara, utilizan solamente el 75 por ciento de esa cantidad. No obstante, su población es 10 veces mayor que la de Italia y los problemas de fertilidad del suelo son peores.

Segundo, las pequeñas tenencias en el trópico a menudo están ubicadas en terrenos marginales escarpados, cuya calidad de suelo, pendiente y elevación varían extraordinariamente, aún entre

parcelas de la misma finca. La erosión y los deslizamientos de tierra son un riesgo constante.

Tercero, las comunidades rurales del trópico rara vez tienen acceso a la serie de múltiples servicios públicos y privados que los agricultores en países industrializados dan por hecho. Los recursos para mitigar el riesgo y enfrentar amenazas explícitas incluyen redes de seguridad social, investigación pública y privada, entidades de extensión, oficinas de pronóstico del clima, seguro de cosechas, juntas de mercadeo y entidades de crédito.

Muchos de estos servicios están, en teoría, al alcance de los productores en países tropicales. Pero el número real de agricultores que se puede atender con recursos severamente limitados imposibilita una cobertura equitativa en gran escala. La FAO calcula la población agrícola de los países desarrollados en 100 millones, o sea, el 7.6 por ciento de su población total (cifra del 2000). Para el mundo en desarrollo, la cifra es de 2.47 mil millones, o más de la mitad de su población total. Entonces, por cada persona en el mundo desarrollado que requiere de servicios de apoyo agrícola, hay unos 25 clientes en los países en desarrollo.

Esto es sólo una parte del cuento. El otro elemento es la capacidad estatal de prestar servicios agrícolas clave como la investigación. Un informe reciente del Instituto Internacional de Investigación en Políticas Alimentarias (IFPRI) revela la enorme brecha entre los países en desarrollo y los desarrollados. Durante el período de 3 años que se centra en 1995, el gasto promedio anual en investigación pública por persona económicamente activa en el sector agropecuario del mundo en desarrollo fue de \$8.50 (US\$ de 1993). Para los países desarrollados, la cifra fue de \$594.10.

Un factor final, con frecuencia encubierto en la discusión sobre manejo del riesgo, es la salud humana.



• Aldea de Worka, Etiopía.

• Cultivo dañado por la mosca blanca en República Dominicana.

• Cosecha de yuca en la provincia de Prachinburi, Tailandia.

La población rural en zonas tropicales está expuesta a una mezcla peligrosa de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores, riesgos ocupacionales y nutrición deficiente. La malaria, la esquistosomiasis, la enfermedad del sueño y las enfermedades diarreicas son aflicciones en que rara vez piensan los agricultores del Canadá o los dueños de viñedos en Francia. Y, para las empresas farmacéuticas, ocupan renglones de bajo nivel en el programa de desarrollo de medicamentos. No obstante, estas enfermedades continúan siendo crónicamente graves en las regiones tropicales, especialmente África. Asimismo, el SIDA, el envenenamiento por plaguicidas, la anemia por deficiencia de hierro y la contaminación de alimentos por micotoxinas representan pérdidas significativas en los países en desarrollo, reduciendo la voluntad y la fortaleza de los campesinos.

Información como poder

Los riesgos para los campesinos del trópico varían en el tiempo y según el sitio. Igualmente, las respuestas humanas al riesgo y a las amenazas varían según el nivel en que se toman: mundial, regional, nacional o local. Según comenta el científico ambiental del CIAT Manuel Winograd, esta variabilidad del riesgo y de la respuesta exige un esfuerzo de investigación concertada si los países en desarrollo han de hacer frente a sus vulnerabilidades en forma sistemática y exitosa. Como punto de partida, dice Winograd, se necesitan métodos fiables para recopilar, organizar y usar la información para proyectar y evaluar los riesgos.

“La ausencia de la planificación sobre cómo debe usarse la tierra y dónde deben estar ubicados los asentamientos humanos y la infraestructura, junto con la falta de aplicación de principios preventivos, son las principales causas del incremento en los riesgos y en la vulnerabilidad”, dice Winograd.

En años recientes, el CIAT ha diseñado muchas herramientas de información para ayudar a las comunidades rurales y a los funcionarios públicos a que traten temas como planificación del uso de la tierra, conservación de la diversidad biológica, manejo del suelo y mitigación de desastres naturales. Algunas son guías sencillas basadas en texto para ayudar en la toma de decisiones, otras son paquetes de software en CD-ROM que requieren de mucha capacitación y conjuntos de datos para ser operados. Tales productos que compilan muchos conocimientos y que generalmente están orientados hacia asesores de desarrollo, rara vez tienen un impacto directo sobre el manejo de los recursos naturales entre los agricultores, como lo ha tenido nuestro germoplasma en la producción agrícola. No obstante, la información es sinónima de poder, y la demanda de ésta crece rápidamente.

La semilla es “información biológica empacada de manera apropiada para ser transmitida ampliamente entre los agricultores”, dice Simon Cook, líder del Proyecto de Uso de la Tierra del CIAT. “¿Cómo podemos imitar este proceso para la tecnología de manejo de los recursos naturales? ¿Mapas? ¿Documentos? ¿Guías? ¿Sitios Web? Necesitamos encontrar maneras de distribuir esta información a los usuarios. Aunque las apreciaciones contenidas en nuevas herramientas de información pueden ser increíblemente útiles, los agricultores no pueden adoptarlas directamente de la misma manera que hacen con las variedades mejoradas”.

Entretanto, el CIAT sigue trabajando en diversas maneras de ayudar a los pequeños productores del trópico a enfrentar el riesgo. Según lo ilustran dos de los siguientes artículos, estas maneras incluyen avances hacia “soluciones-en-una-semilla”, específicamente del frijol con tolerancia a la sequía y cultivos de primera necesidad enriquecidos con micronutrientes.



• El especialista en ciencias pecuarias Hongthong Phimmasan (derecha) conversa con el agricultor Chasia Moua acerca de forrajes introducidos en la provincia de Xieng Khouang, en el norte de Laos.

• Mapeo tridimensional de una microcuenca en el departamento del Cauca, Colombia.

Semillas de Salud

Combate contra la desnutrición mediante la biofortificación de cultivos

La desnutrición por falta de micronutrientes, especialmente hierro, cinc y vitamina A, aflige a más de la mitad de la población mundial. Por eso, hay mucho interés en un importante esfuerzo internacional de investigación y desarrollo que está en marcha. Se trata de un programa que impulsa el enriquecimiento del contenido de los alimentos de primera necesidad con vitaminas y minerales.

Esta labor interdisciplinaria para “biofortificar” cultivos es un esfuerzo colaborativo importante entre los centros del GCAI y se candidatiza para ser uno de los Programas de Reto emprendidos por el Grupo. El programa combina la genómica y el mejoramiento de plantas con la ciencia de la nutrición humana, los estudios de comportamiento social y el análisis de políticas. Se basa en la sólida experiencia adquirida durante los últimos 7 años por el Proyecto de Micronutrientes del GCAI, cuyos resultados indican que la biofortificación es sumamente factible para la mayoría de los cultivos.

El programa está destinado a complementar medidas más convencionales, como la distribución de suplementos vitamínicos y minerales y la fortificación comercial de alimentos procesados. En efecto, los expertos en agricultura y salud reconocen ampliamente que no hay ninguna munición mágica que aniquile la desnutrición por falta de micronutrientes. Se necesitan múltiples estrategias que se entrecruzan entre sí.

Los cultivos prioritarios del nuevo programa son frijol común, yuca, maíz, arroz, batata y trigo. Al finalizar el proyecto, se espera que los niveles de micronutrientes sean, al menos, 80 por ciento mayores que los niveles actuales.

El programa es coordinado conjuntamente por el CIAT y el Instituto Internacional de Investigación en Políticas Alimentarias (IFPRI) en Washington, D.C. El CIAT desempeña dos papeles. En primer lugar, está encargado de la coordinación general del trabajo de mejoramiento y de biotecnología relacionado realizado por un consorcio de siete centros Future Harvest (Cosecha del Futuro), con la colaboración de diversos programas nacionales de investigación seleccionados de países en desarrollo. Y, en segundo lugar, los científicos del CIAT realizan investigación sobre micronutrientes en dos cultivos: frijol y yuca, este último en colaboración con el

- Niños de Mitú, departamento de Vaupés, en la Amazonía colombiana.



Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria.

Mejoramiento de frijol revestido de hierro

La anemia por deficiencia de hierro aflige a unos 1.5 mil millones de personas en los países en desarrollo; la mayoría son mujeres, reduciendo su capacidad mental, creando complicaciones graves en el momento del parto y disminuyendo su capacidad física. También se sabe que la carencia de cinc, aunque menos conocida, está difundida en el trópico y es una de las principales amenazas para el crecimiento y la salud infantil.

Para analizar el contenido de estos minerales en frijol común, los científicos del CIAT han examinado nuevas poblaciones de mejoramiento, así como una colección mucho más grande de casi 2,000 genotipos. Además, nuestros colaboradores de investigación en la Universidad de Nairobi analizaron el contenido mineral de un conjunto de 70 variedades comerciales y de frijol mejoradas por agricultores procedentes de seis países africanos.

Los resultados han proporcionado a los científicos del CIAT y de otras entidades un inventario importante de cultivares de frijol ricos en minerales. Los científicos que trabajan junto con las ONG pronto evaluarán algunos de estos frijoles con alto contenido de hierro en un ensayo de eficacia nutricional que incluye las comunidades de Kenya y Uganda, en alto riesgo de anemia por deficiencia de hierro.

Este trabajo en África forma parte de un proyecto de 3 años financiado por la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), que ha asumido un papel importante en la biofortificación de cultivos. Este trabajo, uno de los componentes del Programa del Reto de Biofortificación del GICAI, reúne a varios grupos de investigación africanos y a la Universidad de Cornell.

La investigación realizada por el CIAT indica que el frijol posee suficiente variabilidad genética para realizar mejoramiento adicional respecto al contenido de hierro y cinc. Se calcula que el mejoramiento podría mejorar el contenido de hierro en cerca de un 80 por ciento y el de cinc en un 40 por ciento.

Para aprovechar el potencial genético del frijol, los científicos del CIAT han generado una serie de poblaciones de frijol potencialmente ricas en minerales para el análisis químico y el mejoramiento adicional. Dos fuentes reconocidas de alto contenido de hierro y cinc fueron incorporadas en experimentos de "retrocruzamiento" para desarrollar este germoplasma. Éstas, a su vez, se cruzaron con diversas variedades populares, que sirvieron de progenitores "recurrentes". (En el retrocruzamiento recurrente, la progenie híbrida se cruza reiteradamente con uno de los progenitores originales para ir eliminando los rasgos indeseables en varias generaciones.)

El análisis químico de estos materiales reveló que las plantas con altos niveles de hierro también tendieron a contener mucho cinc, lo cual indica que la acumulación de ambos minerales en frijol es, hasta cierto punto, controlada por los mismos conjuntos de genes menores que interactúan entre sí, conocidos como posición (loci) de rasgos cuantitativos, o QTL. Por tanto, los mejoradores pueden, quizás, seleccionar tipos respecto a hierro y cinc de manera simultánea.

Mapeo molecular de micronutrientes

Un trabajo paralelo del CIAT, basado en la tecnología de marcadores moleculares, apoya este criterio. Este trabajo de mapeo molecular para el contenido de micronutrientes se enfocó en dos poblaciones de frijol mejorado por altas concentraciones de hierro y cinc. Una de las poblaciones fue un cruzamiento entre dos tipos de frijol andinos, la otra entre dos tipos de frijol mesoamericanos. Matthew Blair, geneticista de frijol del CIAT, y sus colegas desarrollaron un mapa genético para cada población; uno contenían 119 marcadores moleculares y el otro 98 marcadores.

Estos mapas permitieron a los investigadores identificar varios QTL ligados a la acumulación de hierro y cinc. Los QTL más significativos explicaron hasta el 33 por ciento de la variación en el contenido de hierro y el 37 por ciento de la variación en el de cinc. Mientras algunos de los QTL fueron específicos para hierro o para cinc, otros fueron positivos para ambos minerales.

El próximo paso para Blair y sus colegas consiste en centrarse sobre ciertas partes del genoma para determinar si los genes para mayor contenido mineral se presentan en los mismos sitios en otras poblaciones de frijol seleccionadas.

Con este fin, él y sus colegas se proponen integrar los sitios mapeados de los QTL observados con respecto a contenido de micronutrientes con los sitios conocidos de QTL responsables de otros rasgos. Luego, se puede utilizar un conjunto cuidadosamente escogido de microsátélites (un tipo especialmente ventajoso de



- Preparación para el análisis molecular del frijol para conocer su contenido de micronutrientes.

- Cosecha de frijol trepador mejorado cerca de Kakamega, en Kenya occidental.

marcador molecular) en la selección ayudada por marcadores. De esta manera se acelerará el proceso de mejoramiento, permitiendo a los mejoradores de frijol seleccionar simultáneamente con respecto a alto contenido mineral y otros rasgos útiles, así como resistencia a enfermedades y tolerancia a la sequía.

Vitamina A en yuca

La Organización Mundial de la Salud calcula que, a nivel mundial, entre 100 y 140 millones de niños padecen de deficiencia de vitamina A. Cada año esta deficiencia causa ceguera en unos 250,000 a 500,000 niños y cerca de la mitad de éstos mueren antes del año.

Los productos de origen animal, la leche materna y muchas plantas comestibles son fuentes ricas en vitamina A. En las plantas, los carotenos, especialmente beta-caroteno, sirven como elementos constructores químicos, o “precursores”, de la vitamina A. Esos pigmentos se encuentran en abundancia en hortalizas color verde oscuro, en frutas amarillas o anaranjadas y en cultivos de raíces, incluyendo algunos tipos de yuca.

Las raíces de yuca son fuente de muchas calorías para consumidores en el trópico, pero no contienen suficiente caroteno para proporcionar la cantidad mínima de vitamina A necesaria para una buena salud. Mientras las hojas son hasta 100 veces más ricas en carotenos que las raíces, y en algunas culturas se comen como hortaliza fresca, representan solamente una fracción diminuta del consumo total de yuca.

La investigación realizada por el CIAT demuestra que la yuca posee variación genética significativa respecto al contenido de micronutrientes, tanto de carotenos como de minerales. La Ayuda Danesa para el Desarrollo Internacional

(Danida) ha financiado diversos trabajos recientes en este campo.

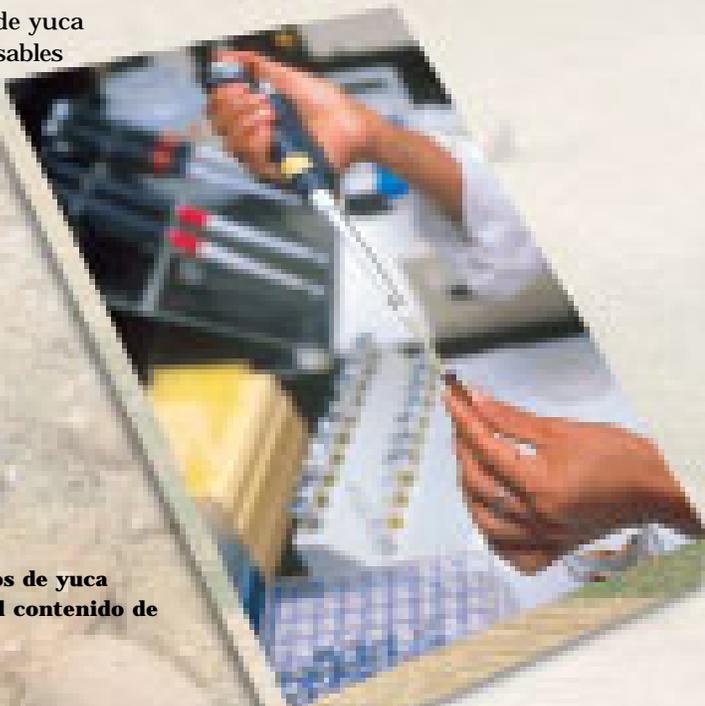
Sin embargo, las oportunidades y los retos involucrados en la biofortificación de la yuca son diferentes de los encontrados en el mejoramiento de frijol. Para empezar, el largo ciclo reproductivo de este cultivo hace que se avance lentamente en los procesos de cruzamiento y selección. El mejoramiento se complica aún más por la naturaleza “heterocigota” de la yuca, es decir, en un par de cromosomas idénticos de yuca, un gen dado en un cromosoma no es idéntico al gen correspondiente en el otro cromosoma. Como resultado, es muy difícil usar los métodos de cruzamiento estándar para reordenar los genes de tal manera que rasgos específicos valorados de la planta pasen sistemáticamente de una generación a la próxima. Aun así, el uso de la tecnología de marcadores moleculares está permitiendo un mayor control.

Pesca de genes de caroteno

La transformación genética es una manera rápida de producir yuca rica en beta-caroteno, y el CIAT está investigando esta opción en la actualidad. En este tipo de ingeniería de plantas, los genes de beta-caroteno de un genotipo de yuca se clonarían y se insertarían en otro genotipo de yuca.

Para hacer esto, en primer lugar necesitamos mejorar nuestro conocimiento de la “vía del caroteno”, el proceso bioquímico mediante el cual las plantas de yuca sintetizan y reglamentan el beta-caroteno de las raíces. Los biotecnólogos del CIAT han estado estudiando los genes de yuca responsables

- **Análisis de tejidos de yuca para establecer el contenido de beta-caroteno.**



de las cuatro enzimas que elaboran beta-caroteno. Estas enzimas se encuentran ampliamente en otros organismos como flores y bacterias, y las secuencias de ADN de los genes que las codifican son de conocimiento público.

Durante el 2001 usamos estas secuencias para diseñar cebadores de RCP. (Los cebadores son fragmentos cortos de ADN que complementan la estructura química de genes escogidos y se adhieren a ellos —algo como la acción de una cremallera). Esto permitió amplificar los cuatro genes escogidos de ADN de dos muestras de yuca, una con alto contenido de caroteno, la otra con bajo contenido. Algunos fragmentos amplificados de ADN se clonaron para fines de comparación y análisis adicional. Por tanto, se crean las condiciones para “pescar y sacar” los genes relacionados con la enzima que se necesitan para transformar la yuca en una mejor fuente de vitamina A.

El trabajo analítico del CIAT ha correlacionado el contenido de caroteno con una dificultad enfrentada por todos los agricultores de yuca: el deterioro fisiológico en poscosecha, o PPD, como se conoce en inglés. “Este proceso de oxidación es uno de los principales cuellos de botella en la producción y el procesamiento de la yuca”, dice Hernán Ceballos, líder del Proyecto de Yuca del CIAT.

Algunos resultados indican que el alto contenido de caroteno está asociado con tasas más bajas de deterioro de las raíces. Se han identificado cuatro genotipos de yuca que presentan alto contenido de caroteno en las raíces así como bajas tasas de deterioro. “Esto es muy importante porque podemos usar la baja tasa de PPD de la yuca amarilla, rica en vitamina A, como un argumento de venta para los agricultores —siempre y cuando podamos asegurar también que la yuca tiene buenos antecedentes agronómicos”, dice Ceballos.

Frijol con “Esperanza en el Infierno”

Perseverancia de científicos arroja un frijol resistente a la sequía

Después de casi un cuarto de siglo de investigación, los científicos del CIAT han tenido éxito en desarrollar un frijol tolerante a la sequía que también incorpora otros rasgos importantes para los agricultores. El trabajo está ahora en la etapa de desarrollo varietal.

Este logro es significativo porque la sequía es una amenaza generalizada para la agricultura y una causa común de pérdida de cultivos y de hambre. Se piensa que puede afectar cerca del 60 por ciento de la producción mundial de frijol. En América Latina, una importante región productora de frijol, alrededor de 3 millones de hectáreas de

cultivo sufren de sequía, entre moderada y severa, durante casi todo el año.

El nuevo frijol produce de 600 a 750 kilogramos por hectárea bajo sequía severa, es decir, casi el doble del máximo rendimiento alcanzado actualmente por los agricultores latinoamericanos con variedades comerciales en las mismas condiciones.

Bajo la dirección del mejorador Steve Beebe, el equipo de mejoramiento de frijol del CIAT utilizó varias fuentes de tolerancia a la sequía para producir nuevas líneas promisorias. Estas fuentes incluían

varios tipos de frijol de tierras

altas

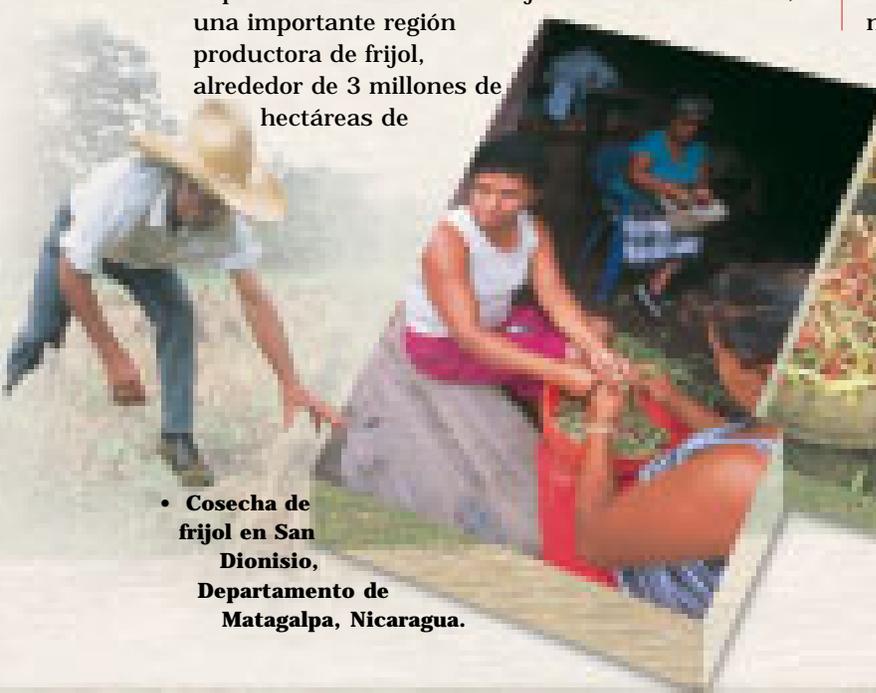
mexicanas de raza

Durango y

una variedad de origen

centroamericano que es

sembrada por



• Cosecha de frijol en San Dionisio, Departamento de Matagalpa, Nicaragua.



• Descascarado de frijol cerca de Arusha, Tanzania.



- Líneas de frijol tolerante a la sequía en los campos experimentales de la sede del CIAT.



de sequía. Muchos de los detalles de este proceso, observados en una raza local del sur de Colombia (G 21212), están siendo estudiados por el fisiólogo de plantas del CIAT, Idupulapati Rao, en colaboración con Beebe.

los agricultores del sur de Colombia. También se utilizó San Cristóbal, un frijol de República Dominicana que se identificó por primera vez a comienzos de los años 80 como fuente de resistencia estable a la sequía.

Para ver qué tan bien se expresa la tolerancia a la sequía en diferentes ambientes, Beebe y sus colegas organizaron un “vivero” de 36 genotipos, las mejores líneas de mejoramiento desarrolladas a partir de progenitores tolerantes a la sequía. Éstas se distribuyeron en 2001 a investigadores en Colombia, Cuba, Haití, Honduras, Guatemala, Kenya, México y Nicaragua para evaluación.

Fisiología de la tolerancia

El desarrollo de frijol tolerante a la sequía ha sido un enorme reto, a largo plazo, principalmente porque esta tolerancia en frijol y otras plantas es un rasgo genéticamente complejo. Es controlado por diversos mecanismos fisiológicos que, a su vez, son orquestados por las interacciones de muchos genes.

Un mejor entendimiento del papel desempeñado por los sistemas de raíces profundas en la protección del frijol frente a la sequía fue una contribución del fisiólogo de plantas del CIAT, Jeff White, en los años 80. Más recientemente se ha identificado un segundo mecanismo: la capacidad de diversos tipos de frijol para transportar hidratos de carbono (producidos por fotosíntesis) desde las hojas hasta los granos comestibles, aún bajo estrés

“A finales de los años 70, nadie creía que el frijol común tenía una esperanza en el infierno de mostrar resistencia alguna a la sequía”, dice el geógrafo agrícola del CIAT Peter Jones. “Iba en contra de todos los principios fisiológicos. Muchas veces nos recomendaron dejar el problema en el camino. Si hubiéramos hecho caso a ese consejo, nada hubiera sucedido. No ha costado una fortuna, solamente trabajar afanosamente”.

Desde inundaciones hasta sequía

La solución basada en semilla presentada por el CIAT, a lo que muchos creían que era un obstáculo intratable para aumentar la producción de frijol, es oportuna y pertinente para América Central. Hace 3 años, el Huracán Mitch mató a miles de personas en Honduras y Nicaragua, aplastó sus hogares e inundó los campos agrícolas, destruyendo el frijol y otros cultivos. Durante los siguientes 2 años, la población rural revivió la pesadilla de la escasez de alimentos y de semilla, pero debido a la sequía asociada con los ciclos de El Niño/La Niña. Las nuevas líneas de frijol del CIAT, las que ahora se están mejorando respecto a otros rasgos agronómicos valiosos, ofrecerá beneficios duraderos para esta región frijolera, con tendencia a la sequía.

También estamos colaborando con varias ONG y organizaciones de investigación para distribuir la semilla de variedades mejoradas de frijol en Haití. Esta actividad forma parte de un importante proyecto para ayudar a esta nación insular a recuperarse de la devastación del Huracán Georges en septiembre de 1998. Durante los próximos

meses, las líneas tolerantes de sequía más avanzadas se enviarán allí para ser evaluadas.

En una escala mucho mayor, se espera que el recalentamiento atmosférico aumente la intensidad y frecuencia de la sequía y otros sucesos climáticos trascendentales, en gran parte del trópico en los próximos decenios. Millones de personas de América Latina y de África central, oriental y sur dependen en gran medida del frijol como fuente diaria de energía, proteína y micronutrientes en sus dietas, así como de ingresos por la venta. Por tanto, la futura capacidad de recuperación de sus medios de vida en el campo dependerá significativamente del acceso fiable a semilla de frijol tolerante a la sequía.

Combinación de puntos fuertes

En el 2001, el proyecto de frijol del CIAT hizo otro avance importante cuando empezó a cruzar sus líneas de frijol tolerantes a la sequía con una selección de otros frijoles del CIAT tolerantes a la baja fertilidad del suelo y resistentes a

enfermedades graves. Una de estas enfermedades, el virus del mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV), es un grave inconveniente para los productores de frijol de América Central. Además, está directamente vinculada a la sequía porque la mosca blanca que transmite a BGYMV prospera en condiciones secas, calientes.

Este trabajo de mejoramiento de múltiples rasgos, que se ha hecho más eficiente por el uso de marcadores moleculares diseñados por el CIAT que están ligados a tipos específicos de resistencia a enfermedades, se centra en el frijol negro pequeño y en el frijol rojo pequeño tan populares en América Central. Cerca del 10 por ciento de las poblaciones de plantas de segunda generación de cruzamientos múltiples, más una selección de seis cruzamientos sencillos, han resultado sumamente prometedores. Éstas han sido mejoradas hasta la cuarta generación y las 200 poblaciones resultantes de frijol selecto están compartiéndose con programas nacionales de investigación y otros colaboradores en América Central. Se proyecta un trabajo paralelo en zonas productoras de frijol de África.

Siguiendo el Impacto del Recalentamiento Global

Bajarán rendimientos del maíz y variarán efectos locales

En el año 2055, el cambio climático causará una baja en la producción anual mundial de maíz en África y América Latina de cerca del 10 por ciento, a menos que se tomen medidas correctivas. Ese es el pronóstico de dos científicos que trabajan con el CIAT y el Instituto Internacional de Investigación Pecuaria (ILRI).

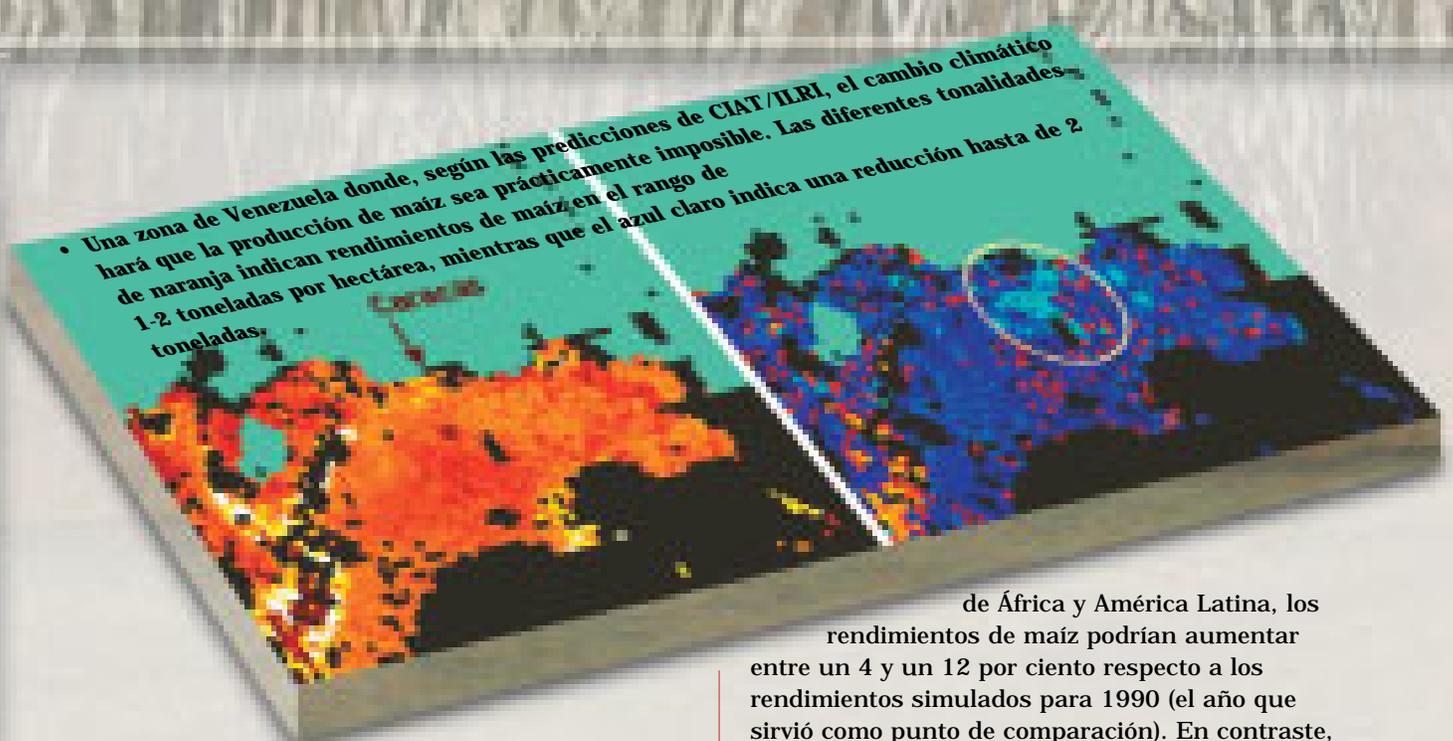
sembrando las mismas variedades en las mismas áreas”, explica el geógrafo agrícola del CIAT Peter Jones. Los cambios futuros en el manejo de los cultivos y con el uso de variedades mejor adaptadas deben reducir el daño para los productores de maíz.

“Los resultados de simulación indican lo que pasaría si los agricultores continúan

- A menos que se tomen medidas ahora, la disminución del rendimiento del maíz producida por el cambio climático mundial podría amenazar la seguridad alimentaria en muchas partes de África y América Latina.

Durante muchos años, Jones y su colega del ILRI Philip





Thornton trabajaron juntos en un método para simular el clima diario específico de cada sitio, con base en datos recolectados por miles de estaciones meteorológicas en todo el mundo. Su objetivo era afianzar la capacidad de los modelos de cultivos estándar para predecir el comportamiento de los cultivos alimenticios y forrajeros bajo diferentes condiciones climáticas y de manejo de cultivo. El fruto de su esfuerzo de investigación es un modelo llamado MarkSim, que se probó por primera vez en el año 2000 y salió al mercado en CD-ROM, a finales del 2002.

Los investigadores fueron un paso más allá para predecir los efectos del cambio climático en los cultivos. Combinaron MarkSim y un conocido modelo de cultivos, Ceres-Maize, con un modelo de cambio climático llamado HadCM2, que mapea las probables temperaturas futuras en todo el mundo. La prueba de simulación inicial examinó los cambios futuros en los rendimientos de una variedad popular de maíz en sitios específicos del sudeste de África. Más recientemente, Jones y Thornton ampliaron el análisis para cubrir toda África y América Central y del Sur. También se aumentó el número de variedades de maíz a cuatro, para simular mejor las decisiones sobre cultivos que hacen los pequeños propietarios bajo diferentes condiciones edáficas y climáticas.

Centrarse en los efectos locales

Las últimas simulaciones indican que el impacto en la agricultura causado por temperaturas más altas y los patrones cambiantes de precipitación en el trópico y subtrópico variarán ampliamente de un agroecosistema a otro y entre países. Por ejemplo, en los ambientes tropicales húmedos de las tierras altas

de África y América Latina, los rendimientos de maíz podrían aumentar entre un 4 y un 12 por ciento respecto a los rendimientos simulados para 1990 (el año que sirvió como punto de comparación). En contraste, las áreas tropicales de tierras bajas secas podrían sufrir reducciones de cerca del 25 por ciento. “Son los efectos locales los que van a golpear a los agricultores más duramente”, dice Jones.

En las tierras bajas secas, las temperaturas subirán por encima de la temperatura óptima para el maíz, y la precipitación puede disminuir. Grandes áreas del nordeste de Brasil y sus sabanas (los cerrados) pertenecen a esta categoría.

Los agricultores, en tres de los principales países productores de maíz de África —Nigeria, Sudáfrica y Tanzania— experimentarían pérdidas de rendimiento del maíz entre el 15 y el 19 por ciento bajo este escenario típico comercial. Sin embargo, los rendimientos en Costa de Marfil y Etiopía permanecerían más o menos estables para mediados del siglo. En Brasil, el principal país productor de maíz de América del Sur, los rendimientos descenderían en un 25 por ciento. Pero en México, el segundo productor más grande, la reducción sería de un poco menos de un tercio de eso. Solamente en Chile y Ecuador se espera que los rendimientos se mantengan o aumenten debido al cambio climático.

Según Jones, la investigación sobre el cambio climático global debe continuar centrada en los efectos locales. Esto permitirá armar a las personas más pobres y más vulnerables, los que dependen de la agricultura en pequeña escala, con estrategias específicos a cada sitio que les permita hacer frente a los contratiempos. Al mismo tiempo, los científicos necesitan empezar a analizar el impacto sobre sistemas agrícolas completos, no sólo cultivos individuales aislados. Por consiguiente, el trabajo del CIAT en el futuro ampliará la aplicación de

MarkSim y otras herramientas relacionadas con otros cultivos de primera necesidad y sistemas de producción.

Urgencia de la adaptación

El trabajo de CIAT-ILRI sobre modelación del maíz es sólo uno de los componentes de un esfuerzo internacional más grande para entender mejor las interacciones entre la agricultura tropical y el cambio climático. El CIAT es miembro activo del Grupo de Trabajo entre Centros sobre Cambio Climático del GCAI. En la actualidad, el Grupo está formulando una agenda de investigación multidisciplinaria que servirá de componente principal de una propuesta importante que será considerada junto con los nuevos Programas de Reto del GCAI.

La investigación sobre cambio climático es importante por dos razones. En primer lugar, ayudará a los agricultores y a los responsables de tomar decisiones para hacerle frente a los inminentes efectos negativos del calentamiento del planeta. Segundo, contribuirá al desarrollo de patrones de uso de la tierra y tecnologías agrícolas —denominadas estrategias de mitigación— que ayudan a desacelerar la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera.

“No es una situación donde podemos sentarnos cómodos y decir, sólo haremos algo cuando el cambio climático realmente empiece a ocurrir”, enfatiza Jones. “No quiere decir que no podamos hacer algo al respecto, pero debemos actuar ahora; también debemos lograr que quienes toman decisiones lo entiendan”.

Participación Permanente

Se institucionalizan comités de investigación de agricultores en Bolivia

Los agricultores en el trópico son inventores incansables y experimentadores capacitados —con cultivos, árboles, ganado, suelos, agua, fertilizantes y equipo agrícola. Esta necesidad de la vida campesina representa un recurso social valioso que, lamentablemente, durante muchos años fue pasado por alto por las organizaciones de investigación y desarrollo.

Reconocer que los sistemas locales de conocimientos, apoyados por la ciencia formal, pueden ser una herramienta potente para el desarrollo socioeconómico, constituye la esencia de un intrépido experimento de investigación participativa que el CIAT lanzó hace 11 años en Colombia. Desde entonces, nuestro sistema de

Su mensaje urgente hace eco al mensaje del organismo internacional de mayor autoridad sobre el tema, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). En su Tercer Informe de Evaluación, publicado en el 2001, el Panel dice que, a falta de medidas de mitigación, la temperatura promedio del mundo probablemente subirá entre 1.4 y 5.8 grados C para finales de este siglo, lo cual constituiría la tasa más rápida de cambio en los últimos 10,000 años. Los efectos del calentamiento del planeta, continúa el informe, ya se están viendo en los sistemas físicos y biológicos: el descongelamiento de glaciares, la postura de huevos por las aves en épocas más tempranas y la migración de algunas plantas y animales hacia los polos.

El IPCC prevé un daño significativo e irreversible en sistemas naturales como los arrecifes coralinos y los ecosistemas polares y un mayor riesgo de extinción de especies vulnerables de plantas y animales. Se espera que el estrés por falta de agua empeore en muchas zonas áridas y semiáridas. En el trópico y subtropico se espera que los rendimientos de cultivos descendan, aún con leves aumentos de temperatura.

Como anotó recientemente la investigadora de University College Joanna Depledge, en una revisión del informe del IPCC: “Un mensaje clave recurrente es que los países en desarrollo serán los más golpeados por el cambio climático, ya que son más vulnerables a los diferentes impactos adversos y tienen menos capacidad de adaptación”.



• El agricultor boliviano Roberto Merino Montaño es un miembro del CIAL Primera Candelaria.

comités de investigación agrícola local, o CIAL, se ha difundido a otros siete países latinoamericanos. Como un medio para fortalecer el poder de decisión en zonas rurales, este sistema ha tenido acogida en cientos de comunidades agrícolas, que a su vez han ayudado al CIAT a mejorar el sistema. Pero las organizaciones de investigación y desarrollo que apoyan a los agricultores también lo están adoptando como un modelo organizacional.

“Aunque nuestro CIAL es una organización pequeña, es muy importante para nosotros”, dice el productor de papa boliviano Roberto Merino Montaña, miembro del CIAL *Primera Candelaria*, con sede en el municipio de Colomi.

De los más de 250 comités de investigación conformados por agricultores que operan actualmente en América Latina, cerca del 10 por ciento están en Bolivia. La búsqueda de un mejor medio de vida en zonas rurales por parte de Merino y sus compañeros agricultores-investigadores —en este caso mediante experimentos con papa al nivel de finca, los cuales ayudarán a la comunidad rural a aprovechar nuevas oportunidades de mercado— tipifica las aspiraciones de millones de pequeños agricultores latinoamericanos.

Un trabajo exigente

En resumen, un CIAL es una servicio de investigación agrícola que es

propiedad de la comunidad y responsable frente a ésta, generalmente a nivel de aldea. La comunidad elige a un pequeño grupo de agricultores conocidos por su capacidad e interés en la experimentación y por su colaboración. A través de reuniones públicas, la comunidad hace un diagnóstico del problema prioritario que debe ser afrontado. Luego, el CIAL lleva a cabo los experimentos para establecer las mejores opciones técnicas para los agricultores. Los técnicos de una entidad pública u ONG les brindan asesoría con respecto al diseño del experimento y al análisis de los resultados. Los miembros del CIAL sistemáticamente informan a la comunidad sobre los resultados de la investigación.

Ser un miembro activo de un CIAL es un trabajo exigente y no se puede descuidar las responsabilidades propias. Merino, por ejemplo, tiene que viajar regularmente a días de campo con los agricultores y a otros eventos en zonas rurales. Al mismo tiempo, está matriculado en un programa de educación a distancia en la Universidad Católica Boliviana para convertirse en un profesor rural. Para poder vivir, trabaja 7 días a la semana. Además de cuidar sus propias parcelas de papa, labora en fincas vecinas para tener un ingreso adicional de cerca de US\$3 por día.

Si bien estas exigencias son considerables, Merino está inspirado por el potencial de su CIAL para marcar una diferencia dentro de la comunidad. “Estamos haciendo este ensayo porque las variedades de papa nativa se enfrentan con un grave riesgo de extinción en esta zona. En el pasado, la semilla se sembraba en tierra que se había dejado en barbecho durante 20 años, es decir, tierra descansada y fértil. Hoy no podemos dejar la tierra tanto tiempo sin sembrar debido a la población creciente”.

- Agricultores bolivianos hacen seguimiento a uno de sus propios experimentos.



• Un comité de investigación agrícola local en Bolivia.

Hace sólo unas décadas, las fincas en la zona tenían cerca de 10 hectáreas en promedio, hoy día cada familia tiene solamente una fracción diminuta de esta cantidad, como resultado de la repartición de las fincas entre los hijos de una generación a la otra. Para los productores de papa de Bolivia, que abarca unas 200,000 familias, la propiedad promedio actual tiene cerca de dos tercios de una hectárea. Por tanto, la búsqueda de variedades de papa más productivas, que también sean atractivas para los consumidores, es decisiva para los medios de vida de estos pequeños agricultores.

“Estamos probando 35 variedades de papa en tierra que ha sido cultivado en forma continua”, dice Merino. “Hemos estado experimentando durante 2 años y hemos tenido resultados muy buenos”.

Pasar al siguiendo nivel

La eficacia del método CIAL ya está bien establecida. El CIAT, por tanto, ha dirigido su atención a temas de segunda generación. Estos aspectos de “institucionalización” incluyen la sostenibilidad financiera y social de los CIAL existentes, los mecanismos para extender el método para lograr un mayor impacto en América Latina y más allá, y los métodos participativos de seguimiento y evaluación. Este último componente incluye el diseño y uso de múltiples vías de

retroinformación, entre agricultores investigadores, miembros de la comunidad, asesores técnicos, planificadores gubernamentales y el CIAT.

Pero, como señala Jacqueline Ashby, directora del nuevo Instituto de Innovación Rural del CIAT y principal arquitecta del concepto de CIAL, cada país es diferente y, por consiguiente, las soluciones variarán. En algunos casos, las organizaciones de segundo orden —por ejemplo, asociaciones de comités de agricultores a nivel provincial o nacional— serán el principal vehículo para mantener el enfoque de CIAL y asegurar que las voces de los agricultores sean escuchadas por las autoridades. Este es el modelo que surge en Colombia y Honduras. En otros países, como Bolivia, nuevas estructuras municipales pueden servir de base institucional. En todos los casos, la

función de los institutos de investigación públicos, las universidades y las ONG continuarán siendo decisivas en brindar asesoría científica, organizacional y financiera a los agricultores investigadores.

Como en muchas naciones en desarrollo, el gobierno de Bolivia ha reestructurado su sistema de investigación agrícola público en años recientes. Los actuales servicios están orientados hacia la demanda y responsabilidad fiscal. Hacia esos fines se han establecido organizaciones semiautónomas (fundaciones) para responder a las necesidades de los productores, procesadores y consumidores mediante investigación y desarrollo contratados. Los CIAL se encuentran entre los diversos proveedores de investigación y de servicios que pueden presentar propuestas para financiamiento, principalmente en el campo de la investigación adaptativa.

Unión de fuerzas

Una de estas organizaciones es la Fundación PROINPA, Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos. Originalmente establecida en 1989 como el programa de investigación en papa del Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, se reconstituyó en 1998 como un centro nacional para el desarrollo de cultivos andinos.

Con el transcurso de los años, PROINPA ha ayudado a los agricultores bolivianos a que aumenten en más de dos veces el rendimiento de la papa, de 4 a 9 toneladas por hectárea. También ha sido un socio colaborador del CIAT y promotor clave de la metodología CIAL en Bolivia.

Bajo la nueva legislación nacional, la denominada Ley de Participación Ciudadana y la Ley del Diálogo, los municipios son responsables de responder a las exigencias locales de desarrollo para mejorar las condiciones de vida de la población. Se están estableciendo organizaciones locales, llamadas sindicatos, en los cuales se integrarán los CIAL, para representar las inquietudes de la comunidad. Estos cambios ofrecen a todos los bolivianos una vitrina de oportunidades para el progreso rural que es ratificada por el gobierno. Permitirán a la ingeniosidad práctica de los CIAL y la pericia científica de organizaciones como PROINPA entrelazarse con proyectos de desarrollo de los gobiernos municipales en todo el país.

Perspectivas sobre el Impacto de la Investigación

Evaluación de los riesgos de los cultivos transgénicos

Además de evaluar la investigación pasada y futura, la Unidad de Evaluación de Impacto del CIAT también hace seguimiento de las tendencias que influyen en las ciencias agrícolas. En el 2001, el economista y director de investigación del CIAT, Douglas Pachico, comparó tres estructuras reglamentarias establecidas para evaluar los riesgos de los organismos genéticamente modificados (OGM), incluyendo los cultivos transgénicos.

Para el año 2000, los cultivos genéticamente modificados (GM) ocuparon alrededor de 45 millones de hectáreas de tierra en todo el mundo. La soya, el algodón y el maíz transgénicos ocupan la mayor parte. Los mayores productores son los Estados Unidos, Argentina y Canadá, seguidos de China, Australia y Sudáfrica. Todos los continentes poblados, excepto Europa, tienen importantes sembrados de cultivos transgénicos.

Se han pronosticado enormes beneficios de la tecnología con base en la modificación genética para todas las naciones. Sin embargo, hay una creciente inquietud a escala internacional sobre los riesgos que estos cultivos representan para la salud ambiental y humana. El flujo de genes hacia los parientes silvestres es una de las principales preocupaciones respecto al ambiente. Igualmente, la posibilidad de que las plantas transgénicas se conviertan en supermalezas.

Una reciente revisión comparativa del CIAT examinó los principios de evaluación del riesgo ambiental y los reglamentos del Protocolo de Bioseguridad del Convenio sobre Diversidad Biológica, así como los de Estados Unidos y la Unión Europea.

El Protocolo de Bioseguridad es un acuerdo internacional al que llegaron más de 130 gobiernos en el año 2000. El Protocolo se centra en el movimiento entre fronteras de OGM destinados a liberarse en el ambiente, y reglamenta los mutuos derechos y responsabilidades de importadores y exportadores.

Un principio orientador del Protocolo de Bioseguridad es el enfoque preventivo planteado en la Declaración de Río de 1992. En la práctica, esto significa que el exportador debe demostrar



• Con el apoyo del Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ) de Alemania, científicos del CIAT estudian el flujo de genes de frijol y de arroz hacia parientes silvestres, como el arroz rojo mostrado aquí en condiciones de invernadero y de campo en Colombia.

Investigaciones como ésta, sobre bioseguridad ambiental, son vitales para tomar decisiones sólidas acerca del uso de los cultivos genéticamente modificados.

científicamente que los OGM no tendrán efectos adversos inadmisibles o no manejables.

El Protocolo elabora un procedimiento de notificación y de consentimiento. Los exportadores proporcionan a las autoridades competentes de los países importadores la información científica necesaria para aprobar o rechazar una solicitud para importar dichos OGM. El Protocolo no requiere que el exportador demuestre la ausencia completa del riesgo, y permite que los beneficios socioeconómicos sean considerados en la decisión reglamentaria. Lo que constituye un riesgo aceptable o manejable queda a juicio de los países importadores.

Con respecto a la liberación intencional de OGM en el ambiente, las directrices de la Unión Europea difieren del Protocolo de Bioseguridad en diversos aspectos. Aunque también adopta un enfoque preventivo, es mucho más específico acerca de las preguntas científicas que deben abordarse en la evaluación de riesgo. Cubre, además, temas como

marcación de productos, seguimiento de los OGM después de su liberación, y estrategias de manejo del riesgo.

A diferencia del Protocolo, el marco europeo no prevé la inclusión de los beneficios socioeconómicos potenciales en la toma de decisiones. Se centra firmemente en evitar mayores riesgos para la salud humana y para el medio ambiente.

Estados Unidos es el productor más grande de cultivos genéticamente modificados. Cerca de 50 variedades de cultivos han pasado por el sistema reglamentario de ese país en la última década. Tres entidades gubernamentales comparten la responsabilidad de evaluar y reglamentar los OGM. Se necesita de la aprobación por separado de cada entidad antes que se puede comercializar un cultivo de éstos.

Como en Europa, el sistema estadounidense indica la información científica y los ensayos específicos que se necesitan para asegurar que no hay riesgo significativo para las personas, los animales, las plantas y el ambiente.

Mientras que la primera generación de cultivos transgénicos en los Estados Unidos y otros sitios ha beneficiado a los productores más que a los consumidores, se espera que en el futuro las combinaciones de genes tomen más en cuenta las necesidades de los consumidores, por ejemplo, el contenido nutricional. Aumentar la vitamina A en yuca, un alimento básico clave en la dieta de la población de escasos recursos de muchos países tropicales, es una aplicación de la tecnología de modificación genética que ahora está siendo investigada por el CIAT.

También hemos desarrollado arroz transgénico que resiste el virus de la hoja blanca del arroz (RHBV), uno de los principales obstáculos para la producción de arroz en América Latina. En la actualidad se están probando genotipos experimentales en el campo, bajo condiciones estrictas de bioseguridad. Nuestra planificación de la investigación transgénica hacia el futuro necesita considerar los costos y beneficios de estos procedimientos de bioseguridad y las evaluaciones del riesgo.

“El CIAT reconoce que hay riesgos ambientales incluidos en los cultivos transgénicos”, dice Douglas Pachico. “No podemos permitir que se despliegue una solución transgénica técnicamente factible si crea otros problemas. Necesitamos mirar estos riesgos de manera racional”. En algunos casos,

agrega Pachico, los costos de la evaluación del riesgo y otras consideraciones reglamentarias, así como los costos involucrados para obtener acceso a tecnología patentada, “pueden ser tan altos y el proceso puede tomar tanto tiempo, que no vale la pena proseguir la investigación transgénica”.

Costos y beneficios de la participación de los agricultores

Los métodos de investigación participativa y el análisis del papel desempeñado por hombres y mujeres en la agricultura figuran en un lugar destacado en el trabajo que hacen los centros Future Harvest financiados por el GCIAT. Los recursos de los centros dedicados a estos enfoques ascendieron a US\$66.2 millones en el año 2000.

“Es un esfuerzo considerable,” dice Nina Lilja, economista del Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género (PRGA) del GCIAT. La adopción reciente y rápida de los enfoques participativos ha impulsado al Programa PRGA, auspiciado por el CIAT, para analizar sus beneficios y costos.

Con la financiación del Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ) de Alemania, Lilja y dos colegas del CIAT, Nancy Johnson y Jacqueline Ashby, examinaron el impacto de la participación de los agricultores en la investigación sobre el manejo de los recursos naturales. Escogieron tres proyectos concluidos como estudios de casos. Dos de los proyectos fueron realizados, durante los años 90, por los centros Future Harvest: el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Internacional de Investigación sobre Cultivos para los Trópicos Semiáridos



• Cosecha de batata en el valle Waga Waga Baliem, Indonesia.

(ICRISAT). El tercer proyecto fue realizado por la ONG internacional, Vecinos Mundiales, que abarcó los años 80.

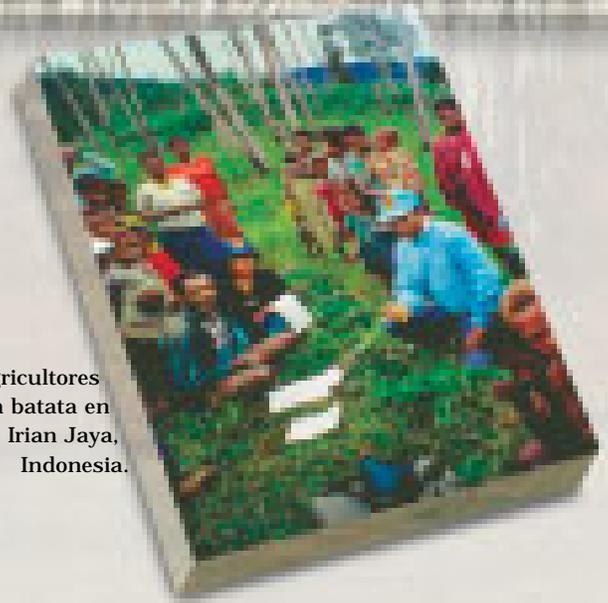
El proyecto del CIP se centró en el diseño de métodos de manejo integrado de cultivos (MIC) para la producción de batata en Indonesia. El proyecto de ICRISAT en Malawi probó tecnologías a base de leguminosas para manejar la fertilidad del suelo. El proyecto patrocinado por Vecinos Mundiales en Honduras promovió prácticas de conservación del suelo en 41 comunidades.

Un resultado clave del análisis de impacto fue que los métodos participativos sí dan lugar a tecnologías más apropiadas y a una mayor adopción por parte de los agricultores, y también suscitan aprendizaje y cambio. Entre los beneficios están nuevas habilidades y conocimientos adquiridos por agricultores individuales (denominado capital humano) y la aparición de capacidades organizacionales de innovación y acción a nivel de la comunidad (capital social). Además, las entidades de investigación colaboradoras se benefician de la participación de los agricultores.

“La investigación participativa trae otros beneficios, además de las opciones reales de tecnología eventualmente ofrecidas a los agricultores”, dice Jacqueline Ashby, coautora del estudio y coordinadora del Programa PRGA. “La participación local proporciona elementos fundamentales para que la población rural mejore sus vidas —permitiéndole articular sus necesidades, organizarse ella misma y aplicar lo aprendido en otras actividades no agrícolas”.

Los investigadores diferenciaron entre dos tipos de participación en los proyectos escogidos como estudios de caso: funcional/consultivo y autogestión/colaborativo. En el caso de la participación funcional, los investigadores formalmente capacitados interactúan con los agricultores para entender mejor sus problemas, prioridades y preferencias. Pero los investigadores toman todas las decisiones clave referentes al desarrollo de tecnologías. El proyecto en Malawi pertenece a esta categoría.

La forma de autogestión de la participación va mucho más allá de la consulta. Los agricultores toman decisiones acerca del enfoque, los objetivos y el diseño del proyecto, y participan intensamente en la ejecución de la investigación. Los investigadores trabajan de la mano con los agricultores para desarrollar capacidades individuales y comunitarias



• Agricultores evalúan batata en Irian Jaya, Indonesia.

de experimentación e innovación local. Tanto el proyecto hondureño como el indonesio promovieron este tipo de participación en diversos grados.

En los tres proyectos, el insumo de los agricultores influyó en el proceso de desarrollo de las tecnologías y aportó retroinformación útil a las instituciones de investigación y desarrollo que realizaban los proyectos.

El proyecto de Vecinos Mundiales fue el único estudio de caso para el cual fue posible calcular de manera aproximada la eficacia en función de los costos. Para cada hectárea de tierra en la cual los agricultores ejercieron prácticas de conservación del suelo, el costo del proyecto fue de US\$208. Proyectos similares que no usaron la estrategia de “participación tipo autogestión” tenían costos mucho mayores, entre \$845 y \$6,000.

Participación de genes de frijol en América Latina

Durante mucho tiempo se ha visto el flujo de semilla y de otros recursos fitogenéticos a través de las fronteras nacionales como algo vital para el diseño de mejores cultivos alimenticios y para la lucha contra la pobreza en zonas rurales en todo el mundo. Un análisis realizado por el CIAT sobre los orígenes genéticos y los beneficios de variedades mejoradas de frijol que fueron derivadas completa o parcialmente de material contenido en nuestro banco de germoplasma, da crédito a esa sabiduría convencional.

El estudio pone a la vista los patrones y el impacto económico de los intercambios internacionales, hechos por largos años, con genes de frijol en América Latina. Sus autores concluyen que casi las tres cuartas partes de más de mil millones de dólares en los que se calculan los

beneficios regionales obtenidos al sembrar variedades mejoradas de frijol común relacionadas con el CIAT entre 1970 y 1998, pueden atribuirse a material genético foráneo.

El agrónomo del CIAT Oswaldo Voysest analizó el árbol genealógico de cientos de variedades comerciales liberadas en América Latina en los últimos decenios. Este análisis le permitió ponderar las contribuciones genéticas de diversos países a las nuevas variedades. Los economistas e investigadores colaboradores del CIAT Nancy Johnson y Douglas Pachico utilizaron los precios y las cifras de producción para calcular y analizar los beneficios económicos de estos flujos de germoplasma, país por país.

Para 11 de los 18 países cubiertos por el estudio, más del 70 por ciento de los genes presentes en las variedades de frijol liberadas eran originarios de otros países. Colombia fue el contribuyente más grande a ese flujo internacional, seguido de México, Costa Rica y El Salvador. Los más beneficiados fueron Brasil y Argentina. Durante mucho tiempo, estos extensos países han sido los principales productores de frijol, y sus mejoradores dependen en gran medida del germoplasma extranjero. Colombia y República Dominicana fueron los únicos países donde las fuentes locales representaron más de la mitad de los genes que conformaban las variedades liberadas.

“Todo el mundo pide y presta germoplasma para beneficio mutuo”, dice Johnson, quien dirigió el estudio. “Los modelos de interdependencia entre países, de cómo se comparten los genes de frijol, son similares a los de maíz, arroz y trigo”.

El tema emergente y a menudo complicado de los derechos de propiedad intelectual sobre genes de plantas fue uno de varios factores que llevaron

• **Siembra de frijol en San Dionisio, Departamento de Matagalpa, Nicaragua.**

al CIAT a realizar el estudio. Por un lado, los convenios internacionales, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, reconoce la pertenencia explícitamente nacional de estos recursos. Piden mayor equidad en el intercambio y uso de los materiales genéticos, un dominio que hasta hace poco no era mayormente reglamentado, salvo medidas para prevenir la propagación de enfermedades. Por otro lado, la perspectiva de países que intentan beneficiarse unilateralmente de las ventas de genes de plantas presenta riesgos evidentes. Según anotan los autores del CIAT en su informe de estudio del 2002, este comportamiento podría terminar restringiendo el flujo internacional de germoplasma.

Los resultados del estudio hacen eco de los resultados de una investigación anterior del CIAT que analizó los beneficios potenciales de introducir un sistema internacional de regalías sobre germoplasma. Bajo tal esquema, los países usuarios pagarían a los países de origen, un honorario proporcional a la contribución genética de la variedad comercial de este último país donde se estaba sembrando. El análisis concluyó que, en total, las ganancias económicas de sembrar mejores variedades de cultivos excederían las obtenidas de cualquier esquema de regalías, aún a la tasa generosa de 10 por ciento del precio local de semilla. Por tanto, si algún futuro esquema de regalías ha de tener un efecto neto positivo —a saber, una combinación de pago justo por germoplasma y mejoramiento continuo en la productividad agrícola— debe diseñarse para promover, no obstaculizar, la participación de genes.

• Frijol en un mercado en el departamento de Antioquia, Colombia.





• Cerca de Mitú, departamento de Vaupés, en la Amazonía colombiana.

Logros Notables de Investigación y Desarrollo

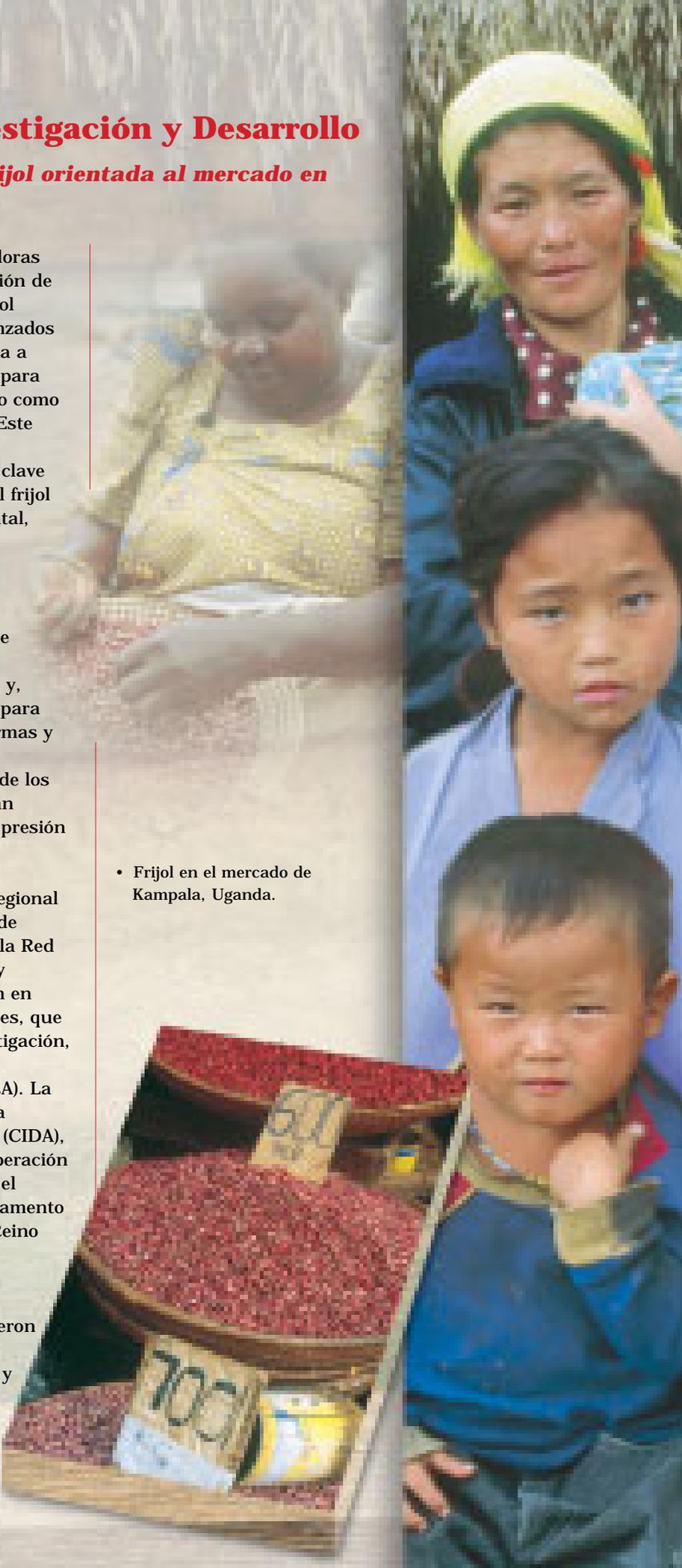
Estrategia de mejoramiento de frijol orientada al mercado en África

El CIAT y sus organizaciones colaboradoras avanzan rápidamente en la combinación de variedades africanas populares de frijol común con materiales de mejoramiento avanzados que presentan altos rendimientos, resistencia a enfermedades e insectos plaga, y capacidad para hacer frente a diferentes tipos de estrés físico como la sequía y la deficiente fertilidad del suelo. Este trabajo de cruzamiento en gran escala, que comenzó en el año 2000, es un componente clave de una nueva estrategia de mejoramiento del frijol orientada hacia el mercado para África oriental, central y sur.

El frijol común es una fuente importante de proteína, fibra y micronutrientes en el régimen alimenticio africano. Este frijol posee gran variación genética, cualidad que, por siglos, ha sido explotada por los agricultores y, más recientemente, por los fitomejoradores, para producir una amplia variedad de colores, formas y tamaños de semilla, al igual que sabores y calidades de cocción. Sin embargo, muchos de los tipos de frijol que son populares no presentan buenos rendimientos, especialmente bajo la presión de enfermedades y otros tipos de estrés.

Nuestros colaboradores en el programa regional bajo este nuevo enfoque son la Universidad de Nairobi y dos asociaciones de investigación: la Red de Investigación en Frijol de África Oriental y Central (ECABREN) y la Red de Investigación en Frijol del Sur de África (SABRN). Las dos redes, que comprenden programas nacionales de investigación, universidades y ONG, conforman la Alianza Panafricana de Investigación en Frijol (PABRA). La financiación es proporcionada por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido.

En el año 2000, los coordinadores de los programas nacionales de frijol en África hicieron un estudio de mercado para determinar los principales tipos de frijol que son cultivados y vendidos en sus países y las limitaciones para su producción. Con base en los resultados, se seleccionaron las siete clases



- Frijol en el mercado de Kampala, Uganda.

de mercado más importantes para el grano y proceder a su mejoramiento acelerado. Puesto que los agricultores africanos y otros consumidores de frijol son muy exigentes respecto al color de la semilla, ese rasgo sirve como medio práctico para agrupar el frijol en diferentes clases de mercado.

Bajo esta nueva estrategia, los fitomejoradores están desarrollando resistencia a múltiples limitaciones de producción en forma simultánea. En el caso de África oriental y central, el trabajo de mejoramiento es compartido por los miembros de ECABREN, con el apoyo del CIAT y la Universidad de Nairobi.

Para cada una de las diversas clases y subclases de mercado identificadas, el programa regional reunió una colección de germoplasma para los trabajos de cruzamiento. Estas colecciones, que constan tanto de variedades comerciales locales como de líneas de fitomejoramiento promisorias en proceso de desarrollo, provienen de dos fuentes principales: el CIAT y los programas nacionales de frijol. Dado que las preferencias respecto al frijol varían ampliamente entre países y mercados africanos, el mejoramiento y la evaluación de cada clase prioritaria de mercado son liderados por un equipo nacional que tiene una necesidad específica de ese tipo de frijol o ha trabajado con él. Los sitios de ensayo fueron seleccionados para representar los principales ambientes productores de frijol para cada clase de mercado. Grupos pequeños de cultivadores locales de frijol participan en los ensayos al nivel de finca.

Los investigadores del CIAT han hecho cruzamientos para diversas clases de mercado, y éstos se han evaluado con respecto a rendimiento y resistencia a enfermedades y otros tipos de estrés en diversas localidades. Por ejemplo, se hicieron más de 300 cruzamientos exitosos en Kenya para mejorar Canadian Wonder, la variedad de frijol rojo grande arriñonado más cultivada y comercializada en África oriental. Esta variedad, a pesar de su popularidad, presenta bajos rendimientos y es sensible a las enfermedades de mancha foliar angular, antracnosis y pudrición radical. Se utilizaron diversas fuentes de resistencia y de mayor rendimiento como progenitores en los cruzamientos. Las selecciones que se hicieron a partir de los cruzamientos fueron evaluadas en Kenya, Tanzania (el programa líder) y la República Democrática del Congo.

Marcadores moleculares contra el mosaico de la yuca

Un gen único dominante —el *CMD2*— que hace que algunas variedades de yuca nigerianas sean sumamente resistentes a la enfermedad del mosaico de la yuca (CMD) se está transfiriendo a variedades selectas destinadas para África, India y América Latina.

El genetista del CIAT Martín Fregene y sus colegas han identificado varios marcadores moleculares

- El fitogenetista molecular Martin Fregene examina geles de poliacrilamida teñidos con plata que muestran alelos de repetición de secuencia simple asociados con resistencia al virus del mosaico de la yuca.

asociados con la resistencia al CMD. La yuca que utilizaron en el estudio fue proporcionada por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria. Algunos de los marcadores identificados son cadenas repetidas de secuencia simple que dan a los científicos una forma fiable, rápida y de bajo costo para examinar genes valiosos sin observar el fenotipo correspondiente —una técnica conocida como selección con la ayuda de marcadores (MAS).

Un marcador asociado con el gen *CMD2* representa más del 80 por ciento de la variación fenotípica en la resistencia a CMD observada en las plantas con las cuales se realizó el estudio. El gen se llama *CMD2* porque es el segundo gen de resistencia encontrado hasta el momento. El mejorador del IITA Alfred Dixon fue el primero en observar que diversas líneas locales, o variedades utilizadas por los agricultores —designadas

- 
- El científico visitante del CIAT Emanuele Okogbenin aísla el ADN de la yuca para análisis con la ayuda de marcadores moleculares.

- El técnico del CIAT Jaime Marín muele los tejidos de la planta de yuca para extraer ADN.

como la serie TME por el IITA— mostraron buena resistencia a CMD.

La primera fuente de resistencia, descubierta hace 3 décadas, es la especie de yuca silvestre *Manihot glaziovii*. Se cruzó con yuca cultivada, proporcionando la base para las líneas iniciales de yuca del IITA con resistencia a CMD —la serie TMS desarrollada en los años 70. Aunque estas líneas mejoradas tienen buena resistencia, bajo fuerte presión de CMD a menudo presentan síntomas de la enfermedad.

Bajo un proyecto de IITA-CIAT, iniciado en 1996 con financiamiento de la Fundación Rockefeller, se desarrollaron cuatro cruzamientos para marcar genes que controlan la resistencia a CMD. Uno de los cruzamientos se hizo en el CIAT al hibridar la variedad TMS como fuente de resistencia con una variedad latinoamericana sensible. Los otros tres se hicieron en el IITA, dos de los cuales utilizaron variedades TME como fuente de resistencia. En 1999, Fregene y el virólogo del CIAT Lee Calvert, quienes colaboraban con Alfred Dixon, visitaron la estación experimental Onne del IITA, en el sur de Nigeria, para evaluar en el campo la progenie del cruzamiento que hizo el CIAT. Las plantas crecían junto al experimento de Dixon.

Fregene y Calvert se sintieron decepcionados por la apariencia uniforme de sus propias plantas. “Si no hay diferencia, entonces no hay genética”, pensó Fregene para sí mismo. “Entonces, miré al otro lado hacia la parcela del IITA. ¡Y bingo, allí estaba! Mucha variación. Una hilera se encontraba en pésimo estado, y la siguiente hilera se veía realmente bien. La división 50/50 se ajusta al modelo de un gen dominante por resistencia a CMD”.

Fregene obtuvo muestras de ADN de las plantas del IITA para examinarlas con marcadores del mapa genético molecular de la yuca desarrollado por el CIAT. El resultado fue la identificación del gen *CMD2*. Al mismo tiempo se despacharon plántulas in vitro libres de virus al CIAT en Colombia. Desde entonces, éstas se han cultivado para producir semilla para trabajos de mejoramiento. En lo venidero, solamente plántulas que portan los marcadores *CMD2* serán transferidas al programa de mejoramiento del CIAT.

CMD se encuentra principalmente en África, pero también en partes de la India. En América del Sur, de donde es originaria la yuca, esta enfermedad aún no es un problema. Sin embargo, los científicos temen que la enfermedad podría aparecer pronto en este continente y partes de Asia. Por tanto, como precaución, el CIAT está incluyendo la resistencia a CMD en las nuevas líneas de yuca que está desarrollando para América Latina.

Novedosa empresa lechera transforma aldeas en Filipinas

Se supone que tiene que ser un agricultor valiente para ordeñar diariamente a un búfalo, cuyo nombre es sinónimo de fuerza impresionante y temperamento impredecible. Pero los búfalos de esta historia no son aquellas pesadas bestias de carga que forman parte del paisaje campestre del sudeste asiático. Éstos son criados en India y Pakistán, son productores de leche, su reputación por el comportamiento caprichoso es aun peor que la de sus parientes y son el epicentro de una de las empresas lecheras más insólitas en uno de los lugares más inesperados.

En Mindanao, los agricultores han formado una cooperativa para vender leche de búfalo a un ansioso mercado local. La empresa surgió gracias al Proyecto de Forrajes para Pequeños Propietarios (FSP), lanzado hace 6 años con el apoyo de la Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional (AusAID). El proyecto está en su segunda fase, bajo la coordinación del CIAT y con financiación del Banco Asiático para el Desarrollo (ADB). El FSP busca proporcionar a los agricultores pobres en siete países del sudeste asiático una variedad de especies de gramíneas y árboles que pueden cultivarse para proporcionar forraje para el ganado mientras se protege el suelo.

Un aspecto digno de mención de este proyecto es la participación de los agricultores mismos en el proceso de investigación. Los científicos ofrecen a los agricultores un rango de especies forrajeras apropiadas para las condiciones del trópico y nutritivas para los animales de granja. Las especies se siembran y manejan con la asesoría de expertos, pero son los agricultores mismos quienes deciden su uso. Los resultados no sólo han sido exitosos sino sorprendentes.

La aldea de Pagalungan se aferra a un peñasco boscoso en la zona montañosa, al oeste de la ciudad de Cagayan de Oro, al sur de las Filipinas. Durante generaciones, sus agricultores escasamente se ganaban la subsistencia en parcelas ubicadas en pendientes erosionadas y suelo agotado. Sus cultivos de maíz, frijol y coco les brindaban lo mínimo, pero la escasez de forraje era nefasta para su ganado y sus búfalos. Todos los días tenían que llevar a los animales durante largas distancias sobre caminos pendientes hasta encontrar pastizales, o cubrir la misma distancia para cortar forraje y traerlo a casa. A pesar de estos esfuerzos, la calidad del alimento era deficiente para mantener saludables a los animales.



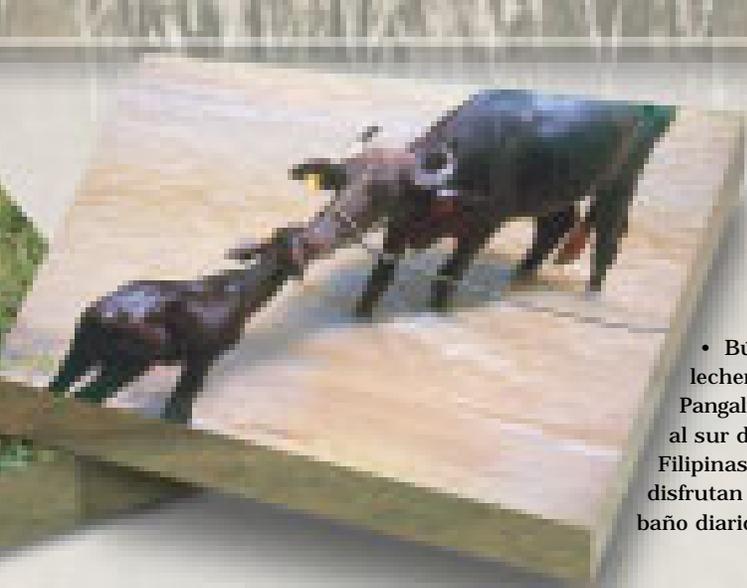
- Agricultores de Filipinas transportan material de siembra de gramíneas forrajeras mejoradas.

Hace algunos años todo cambió, cuando una veterinaria local, Perla Asis, empezó a trabajar en colaboración con el FSP. Ella convenció a cerca de 25 agricultores para que sembraran especies forrajeras exóticas alrededor de sus hogares. Desde entonces, el fantasma de la pobreza se ha alejado de la aldea. Hay casas nuevas construidas en hormigón, con techos de fibrocemento. Los niños se muestran alegres y el ganado tiene buen alimento.

Al principio, estos agricultores no estaban convencidos de sembrar lo que ellos consideraban como malezas exóticas. Pero perseveraron con el primer lote de cerca de 15 gramíneas y leguminosas diferentes y rápidamente reconocieron los beneficios. Con la ayuda de investigadores del CIAT y colaboradores locales, el número de especies forrajeras cultivadas en Pagalungan ha aumentado a más de 30.

El número de agricultores que cultivan especies forrajeras también ha aumentado a la par con la disponibilidad de material de siembra. En 1998, un grupo de 22 agricultores creó la Cooperativa Tribal Multipropósito Colonos Pagalungan. Hoy en día, son 60 socios y el grupo sigue aumentando.

Cada uno de los búfalos lecheros da de 1 a 4 litros cada mañana, para un gran total que supera los 40 litros por día. Los agricultores reciben cerca de US\$40 centavos por litro de leche que, según ellos mismos, es más rica y nutritiva que la de la vaca. También ganan buenas sumas por la venta ocasional de animales no deseados, y existe gran demanda de material de siembra de sus cultivos de forraje. Por lo tanto, prácticamente toda la comunidad de Pagalungan participa y se beneficia con el nuevo comercio de forrajeras.



• Búfalos lecheros en Pangalungan, al sur de Filipinas, disfrutaban de su baño diario.

Ganándole terreno al salivazo de los pastos

Estudios recientes del CIAT abren nuevas oportunidades para el control del salivazo, la plaga más devastadora de gramíneas forrajeras en América Latina. Nuestra estrategia de manejo integrado de plagas (MIP) combina tres líneas de ataque: resistencia de la planta hospedante, control biológico y manejo de la pastura y del ganado.

Por ejemplo, un examen selectivo reciente de nuestros pastos híbridos *Brachiaria* reveló que 15 genotipos presentan buena resistencia a, por lo menos, tres especies de salivazo. La construcción de un mapa genético molecular de *Brachiaria* durante los últimos años nos ha permitido identificar dos sitios genéticos (QTL o loci de rasgos cuantitativos) vinculados con la resistencia al salivazo. Este paso es clave para el uso de la selección con ayuda de marcadores para mejorar la eficiencia de nuestro trabajo de mejoramiento de gramíneas forrajeras.

Durante la última década, el salivazo se ha convertido en un serio problema para las pasturas

en la Costa Caribe de Colombia. Recientemente una especie de América Central, *Prosapia simulans*, ocasionó enormes pérdidas en los pastizales del suroccidente colombiano. Solamente en este país, las pérdidas económicas causadas por el salivazo (reducción de la producción de carne y leche), llegan a unos US\$40 millones anuales, según el especialista pecuario del CIAT Federico Holmann. Pero el daño se extiende a una zona mucho mayor de producción pecuaria y caña de azúcar en toda América Central y del Sur.

“El problema ha existido durante mucho tiempo”, explica Daniel Peck, científico y ecólogo de insectos que conduce el trabajo del CIAT sobre bioecología del salivazo. “En la última parte del siglo XIX, este insecto casi destruyó la industria de la caña de azúcar en Trinidad”. El salivazo, dice Peck, también desarrolló un apetito para pasto *Brachiaria*. Durante varios siglos estas gramíneas naturalizadas, de origen africano, han presentado buena adaptación a los ambientes latinoamericanos. Hoy se siembran en millones de hectáreas de praderas, especialmente en Brasil.

El salivazo recibe su nombre por la forma de la masa espumosa, parecida a saliva, con la que las ninfas de estos insectos se cubren mientras chupan la savia de las gramíneas. Las hojas y los tallos se secan rápidamente. Y, en la medida en que la infestación de la pastura avanza, las malezas empiezan a llenar el vacío ecológico.

“La degradación de las pasturas es causada por manejo deficiente, falta de aplicación de fertilizantes y presencia del salivazo”, dice Carlos Lascano, líder del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT. “Los agricultores deben remover el ganado bovino de las pasturas afectadas, y esto representa una pérdida económica grande. El número de animales por



• Un híbrido de *Brachiaria* (izquierda) resistente al salivazo comparado con un tipo susceptible de *Brachiaria*.

hectárea es menor, de manera que, para compensar, los agricultores terminan convirtiendo más bosque en pasturas”.

Hasta la fecha, la limitada resistencia de las plantas hospedantes al salivazo —como la que se encuentra en Marandú, una popular variedad comercial de *B. brizantha*— ha sido la única arma al alcance de los ganaderos. Pero Marandú no se adapta bien a los suelos ácidos infértiles, característicos de las sabanas latinoamericanas. Sin embargo, los nuevos híbridos del CIAT no tienen este problema, y algunos de ellos combinan la resistencia a varias especies de salivazo con otras ventajas agronómicas, como una productividad estable y un alto valor nutritivo para el ganado bovino.

Tanto desde el punto de vista de su biología como de su ecología, el salivazo representa para los científicos un objetivo sumamente disímil. Dentro de la familia Cercopidae, hay docenas de especies de salivazos, distribuidas en 11 géneros, que atacan a las gramíneas. Además, el comportamiento de la plaga varía ampliamente dependiendo del clima, el hábitat local y la planta hospedante.

Durante los últimos 5 años, los entomólogos del CIAT han estado aumentando sistemáticamente el acervo de conocimientos necesarios y lo han compartido con investigadores nacionales mediante talleres. Se han identificado cinco ecorregiones contrastantes dentro de Colombia, país anfitrión del CIAT, que pueden servir como laboratorios vivientes. Los sitios escogidos son representativos de los diferentes tipos de praderas y modelos de precipitación encontrados en América Central y del Sur. Este enfoque ecorregional ha permitido al equipo perfilar la distribución de especies de salivazo, sus ciclos de vida, su dinámica de población y su comportamiento de alimentación.

Hasta el momento, Peck y sus colegas han examinado nueve especies que no habían sido estudiadas previamente, observando su comportamiento en detalle —hasta sus “cantos” de apareamiento. Los perfiles que resultaron son vitales para pronosticar los brotes de la plaga, diseñar métodos de control eficaces en función de los costos, y sincronizar su uso.

En el área de biocontrol, un adelanto clave ha sido la recolección de 77 cepas de hongos de diversas especies de salivazo. Estos organismos parasitarios, conocidos como entomopatógenos, son enemigos naturales del insecto. Ahora se está evaluando su idoneidad como agentes de biocontrol.

Para mantener y propagar los hongos, el CIAT ha establecido una colección viva (un “cepario”), que también contiene aislamientos de hongos de uso potencial contra las plagas de la yuca.

Después de desarrollar metodologías para examinar esta colección respecto a su efectividad contra diferentes etapas de vida del salivazo, los investigadores confirmaron que la virulencia varió significativamente entre las especies de salivazo. Ahora se están realizando pruebas de campo en ecorregiones contrastantes para determinar cómo pueden desplegarse entomopatógenos eficazmente en condiciones típicas de pasturas.

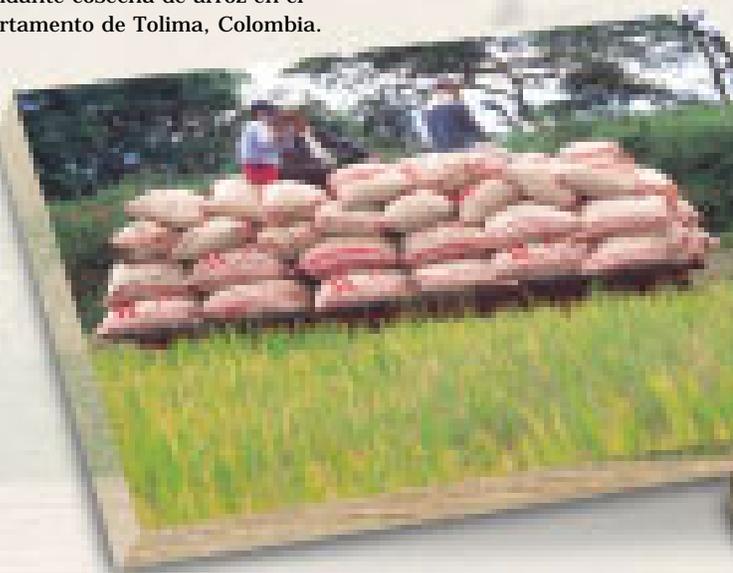
Aprovechamiento del lado silvestre del arroz

Considerando todos los caracteres, la mayoría de las plantas silvestres son inferiores a sus contrapartes mejoradas. Por ejemplo, *Oryza rufipogon*, un arroz silvestre de Malasia, tiene semillas diminutas, con cáscara oscura, de apariencia poco apetecible y muy quebradizas. Sería la última cosa que los arroceros querrían sembrar.

No obstante, los híbridos desarrollados por el CIAT durante los últimos años, mediante el cruzamiento repetido de esta planta silvestre con arroz comercial selecto, continúan presentando rendimientos superiores a los de este último. “Hemos demostrado que las especies de arroz silvestre poseen genes de gran importancia agronómica”, dice el mejorador de arroz del CIAT César Martínez. “Y hemos podido transferir algunos de estos genes a los cultivares”.

El CIAT también ha estado trabajando con un arroz silvestre africano, *O. glaberrima*, que es sembrado por

- Abundante cosecha de arroz en el departamento de Tolima, Colombia.



agricultores en muchas partes de África Occidental. Este arroz tolera el estrés hídrico, compite bien con las malezas y resiste enfermedades como el añublo y el entorchamiento. Del mismo modo que *O. rufipogon*, los mejoradores del CIAT han cruzado *O. glaberrima* con arroz selecto para evaluación.

Aprovechar especies silvestres es solamente una de las muchas estrategias que el CIAT usa para enriquecer el acervo genético del arroz a disposición de los mejoradores de arroz latinoamericanos. “La base genética del arroz en esta región es muy estrecha”, dice el virólogo Lee Calvert, quién lidera el Proyecto de Arroz del CIAT.

El potencial de las especies silvestres y malezas emparentadas para aumentar los rendimientos de cultivos relacionados se reconoció por primera vez en 1981. Investigadores de la Universidad de Cornell, en los Estados Unidos, empezaron a esclarecer su importancia en 1996 al indicar la forma en que los marcadores moleculares y los mapas genéticos podrían usarse para aprovechar los genes del tomate silvestre para beneficiar al tomate comercial. Ellos diseñaron una nueva estrategia llamada “análisis de QTL a través de varios retrocruzamientos”, que el CIAT utiliza ahora en el mejoramiento del arroz.

Nuestra investigación actual, en colaboración con Cornell, es financiada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la Fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Forma parte de un proyecto internacional de mayor alcance, a largo plazo, en el cual participan otros centros Future Harvest e investigadores de varios países asiáticos productores de arroz.

- César Martínez, mejorador de arroz del CIAT.



Desde mediados de los años 90, hemos estado utilizando el cruzamiento convencional de especies silvestres de arroz con cultivares selectos, junto con la tecnología de marcadores moleculares, para transferir genes silvestres y hacer seguimiento de sus caracteres heredados. La investigación ha permitido al CIAT expandir simultáneamente el acervo de genes y mejorar variedades de arroz selectas en América Latina para su desarrollo posterior por los programas nacionales.

Hasta la fecha se ha examinado un rango de caracteres —no sólo resistencia a enfermedades y rendimiento sino también valor nutritivo, calidad de grano y cualidades de cocción. Sin embargo, el trabajo más avanzado se centra en el rendimiento y los componentes relacionados con el rendimiento, por ejemplo, el peso del grano por planta.

En el transcurso de varios años hemos desarrollado dos poblaciones híbridas experimentales para examinar el potencial que tiene *O. rufipogon* para mejorar el arroz cultivado (*O. sativa*). Una de las poblaciones mejoradas se desarrolló para tierras altas de temporal, y la otra para condiciones de riego. Los campos en tierras altas representan el 45 por ciento del área total sembrada de arroz en América Latina. Cerca de un tercio del arroz de tierras altas es cultivado manualmente, generalmente por agricultores pobres.

Los resultados de los ensayos de campo fueron sumamente alentadores. Para cada población de estudio, los híbridos superaron en rendimiento al progenitor cultivado respecto a la mayoría, sino todos, los caracteres evaluados. Además, el análisis de marcadores moleculares indicó que el progenitor silvestre hizo importantes y provechosas contribuciones genéticas.

La introgresión de genes silvestres en líneas selectas es una estrategia seguida por tres centros Future Harvest que tienen un mandato de arroz: el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz (IRRI), la Asociación de África Occidental para el Fomento del Arroz (WARDA) y el CIAT.

Las especies silvestres, enfatiza Lee Calvert, pueden utilizarse para mejorar los sistemas radicales del arroz para que toleran mejor la sequía. Esto es muy importante para los agricultores de escasos recursos que no tienen la infraestructura necesaria para manejar el agua. “Nos centraremos en caracteres como la tolerancia a la sequía porque los arroceros más pequeños, en las tierras altas, lo necesitan”.

Reconstrucción de fértil región de El Salvador mediante manejo integrado de la mosca blanca

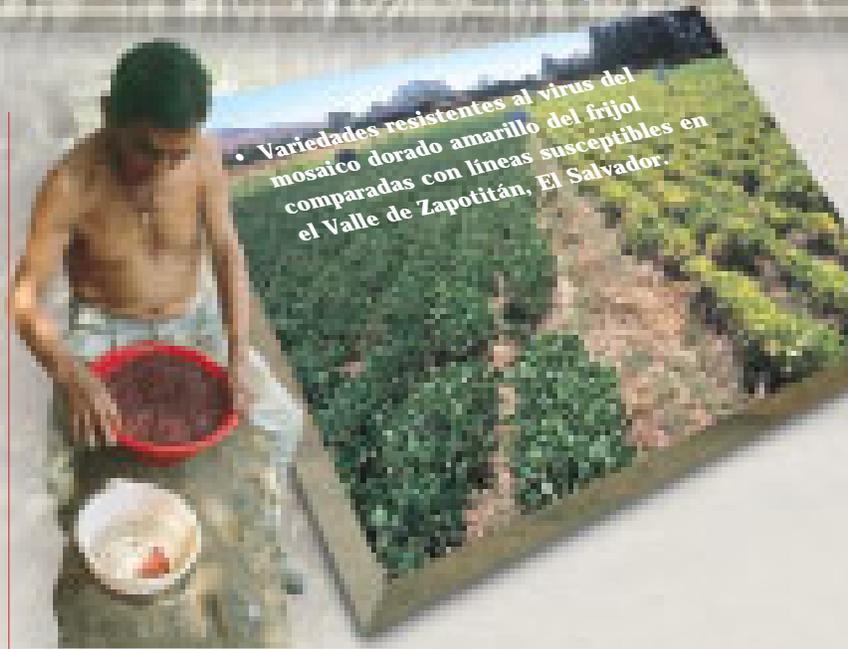
Los paisajes del Valle de Zapotitán, en la región occidental de El Salvador, son muy atractivos para sus numerosos visitantes, entre ellos el virólogo de plantas del CIAT Francisco Morales. Pero, según advierte él, este valle, que es la despensa de la vecina ciudad capital San Salvador, es una tierra asediada por diminutos invasores.

Morales, quien coordina el Proyecto de Manejo Integrado de la Plaga Mosca Blanca, se refiere al valle como uno de los “sitios calientes” de América Latina. En años recientes, los brotes de mosca blanca y begomovirus transmitidos por la mosca blanca han devastado los campos de frijol y habichuela, tomate, pimientos dulces y chili, calabazas y otros cultivos. El daño se presenta principalmente durante la prolongada estación seca, cuando las poblaciones de mosca blanca alcanzan un punto máximo.

La aplicación frecuente e intensa de plaguicidas, dice Morales, es contraproducente, porque la mosca blanca desarrolla resistencia y los productos químicos destruyen a sus enemigos naturales. También es una estrategia que los productores locales no pueden darse el lujo de aplicar. En el Valle de Zapotitán, donde el 80 por ciento de las fincas tienen menos de 3 hectáreas, muchas de las familias son extremadamente pobres.

En colaboración con el CIAT, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de El Salvador ha emprendido un proyecto para revertir la tendencia decreciente de la producción en Zapotitán. Tres divisiones del Ministerio de Agricultura, la Universidad de El Salvador, la Universidad Técnica Latinoamericana y cinco organizaciones de agricultores también pertenecen a la asociación colaborativa.

Los agricultores locales están aprendiendo que sus aplicaciones frecuentes de plaguicidas sintéticos pueden ser remplazadas exitosamente por una combinación de tácticas de control más económicas y menos destructoras en términos ambientales. En el caso del frijol, el elemento fundamental de este enfoque integrado al manejo de plagas y enfermedades es el uso de variedades de grano rojo resistentes al virus del mosaico dorado amarillo del frijol, las preferidas en El Salvador y otros países centroamericanos. “Hemos invertido 3 años en trabajo de diagnóstico,” dice Morales. “Ahora sabemos cuáles son los métodos de control que pueden funcionar bien en nuestros sitios piloto”.



• Variedades resistentes al virus del mosaico dorado amarillo del frijol comparadas con líneas susceptibles en el Valle de Zapotitán, El Salvador.

El trabajo en El Salvador se financió inicialmente por la Ayuda Danesa para el Desarrollo Internacional (Danida), el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS) y la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID). Bajo una segunda fase del Proyecto de Mosca Blanca Tropical, este trabajo es apoyado por el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido y el Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género (PRGA) del GCIAL.

A partir de 1971 se construyeron sistemas de riego en Zapotitán, y hoy sirven al 60 por ciento de las 3000 hectáreas de tierra agrícola considerada de primera. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos de desarrollo, la producción de frijol, tomate y ají ha disminuido en el último decenio. Los cultivos hortícolas han cedido lugar a la caña de azúcar y al maíz que son menos rentables. El cambio ha ocasionado grandes fluctuaciones estacionales en los precios locales de productos.

Bajo el proyecto de MIP, los investigadores y agricultores salvadoreños están ensayando un paquete completo de tácticas de control de plagas y enfermedades. Los cultivos seleccionados son frijol, tomate, ají y loroco, una planta local cuyos botones florales se consumen frescos, a menudo en pizza, o son utilizados en salsas aromáticas.

Los componentes de MIP incluyen variedades de frijol resistentes a virus, barreras físicas para insectos, uso mínimo de insecticidas sintéticos comerciales y sustitución con productos menos tóxicos para el manejo de la mosca blanca. Las barreras físicas incluyen microtúneles —marcos de alambre o plástico recubiertos con malla. Esta opción se está ensayando para proteger el tomate y el ají

• **Microtúneles protegen el tomate del daño relacionado con la mosca blanca en El Salvador.**



durante su etapa de crecimiento, y ha tenido éxito en otros sitios considerados “zonas calientes” en Yucatán, México. En El Salvador, el uso de esta opción permitió duplicar el rendimiento promedio nacional de tomate este año.

Para los productores salvadoreños, el loroco —una enredadera nativa de El Salvador— ofrece tanto oportunidades económicas como retos para el control de plagas. Es cultivado principalmente por las mujeres en huertas caseras para consumo doméstico y como fuente adicional de ingreso. La producción de media manzana (0.35 hectáreas) puede generar hasta US\$5000. Pero el loroco es atacado frecuentemente por la mosca blanca y por áfidos.

El loroco se cultiva utilizando un sistema de postes y alambres similares a los utilizados en los viñedos. Una táctica que está siendo evaluada es el uso de detergente doméstico para controlar la mosca blanca, que tiende a volar muy bajo o a ras de suelo. Pero los áfidos, dice Morales, requieren de una estrategia diferente porque “vuelan alto como los aviones espía, buscando su objetivo”. Su solución fue utilizar postes más largos, agregar otra capa de alambres por encima de las plantas de loroco y cubrir la rejilla con hojas de palma. Esto esconde el cultivo ante los áfidos. Y, puesto que el loroco es una planta forestal, tolera fácilmente la sombra resultante.

Estas tecnologías tienen gran potencial para recuperar extensas áreas de tierra agrícola de primera, que permanecen desocupadas durante los meses de máxima infestación de la mosca blanca. El reto ahora consiste en adaptar esas tecnologías, utilizando métodos participativos, a los sistemas de cultivo de los agricultores y a las oportunidades de mercado.

Para más información sobre el Proyecto de Manejo Integrado de la Plaga Mosca Blanca, vea su nuevo sitio Web en www.tropicalwhiteflyipmproject.cgiar.org

Pequeñas agroempresas logran precios más altos para pimienta y café

Las recientes aplicaciones del método participativo del CIAT en el diseño de proyectos productivos integrados (PPI) apoyan un consenso emergente: el agregar valor a productos antes de su venta y conocer mejor las cadenas de mercado aumentan los ingresos de los pequeños agricultores en forma significativa.

En Perú, los productores de pimienta negra que aplicaron el método terminaron con alzas en el precio que variaban desde 20 hasta 100 por ciento por encima de los precios pagados a otros agricultores. En Honduras, un grupo de caficultores negoció un sobreprecio de 16 por ciento. Aunque los precios mundiales han presentado una tendencia decreciente desde entonces, hace poco los participantes del proyecto estaban ganando el doble por kilo de café que lo obtenido por los no participantes.

La metodología de PPI forma parte de una estrategia de mayor alcance del CIAT que busca promover múltiples oportunidades empresariales en zonas rurales en regiones geográficas definidas. Este enfoque territorial tiene la ventaja de fortalecer capacidades locales que no sólo benefician a los productores de un cultivo específico sino también a la comunidad. Al funcionar dentro del contexto de la economía territorial global en vez de un subsector único, dice el especialista en agroempresas del CIAT Mark Lundy, “podemos promover un ambiente de aprendizaje que vincula la investigación que hace el CIAT con la experiencia en desarrollo y con la demanda a escala local”.

Una hipótesis en la que se fundamenta el enfoque del CIAT es que el cultivo de más alimentos en forma más eficiente, con base en nuevas tecnologías, por sí mismo no es suficiente para mejorar los medios de vida en zonas rurales. En algunos casos, los aumentos en la productividad impulsados por la investigación, a falta de nuevas políticas y otras medidas, lo que han hecho en realidad es saturar los mercados, bajar los precios al nivel de finca y dar continuidad a la pobreza. El enfoque del CIAT es, por tanto, participativo y orientado hacia el mercado; es un enfoque en el que los agricultores deciden producir lo que pueden vender en vez de vender lo que pueden producir. La estrategia enfatiza la creación de la capacidad local para identificar y establecer empresas competitivas que son ambiental y económicamente sostenibles, que agregan valor a los productos y que generan beneficios para la comunidad.

- Asociación de productores de pimienta negra, cerca de Pucallpa, en la Amazonía peruana.



El primer paso es identificar un grupo local de socios interesados en desarrollo empresarial. Regularmente es un consorcio de productores y ONG, a veces con la participación de los sectores público y privado. El grupo construye un perfil biofísico, económico e institucional de su territorio e identifica las oportunidades de mercado. Con base en el análisis de los productos candidatizados y las oportunidades comerciales, algunos son seleccionados para desarrollar en pleno como PPI.

El diseño de un PPI incluye el análisis de las cadenas de mercado, con la participación del mayor número de actores posible —proveedores de insumos, de servicios, productores, procesadores, consumidores industriales, mayoristas, minoristas y exportadores. Entre otras cosas, este ejercicio permite identificar los cuellos de botella que tiene el sistema —por ejemplo, enfermedades de plantas o deficiente capacidad de transporte.

También se crea un sistema permanente para recopilar inteligencia de mercado. Los miembros del proyecto o los proveedores de servicios recopilan información sobre precios y otros datos que son vitales para el éxito comercial. Además, se evalúa la disponibilidad de los servicios de apoyo empresariales (crédito, asistencia técnica, asesoría legal); igualmente se identifican brechas y se diseñan mejoras.

En Pucallpa, en la Amazonía peruana, el ejercicio de PPI indicó a los agricultores que el precio que recibían por su pimienta negra era solamente una pequeña fracción del precio pagado por el consumidor final en la capital, Lima. Con

base en esta información, 45 pequeños productores formaron una empresa privada, Piper S.A., y se puso en marcha su PPI.

Los agricultores mejoraron rápidamente y estandarizaron la clasificación y la presentación de la pimienta, lo cual diferenció su producto del ofrecido por los no participantes. Esto condujo a un sobreprecio del 20 por ciento en los mercados locales.

Las importaciones del Ecuador generaron una baja en el precio en octubre de 2001. Sin embargo, el éxito inicial de los agricultores en mejorar y posicionar nuevamente su producto los ayudó a plantear una visión empresarial clara hacia el futuro, dice Lundy. Ahora quieren comprar un molino e identificar a un cliente industrial en Lima, de manera que puedan vender un producto más terminado a un precio mayor.

Yorito, Honduras, es el núcleo de otro “territorio” en el cual el CIAT está probando su metodología de PPI. Allí, un grupo de 12 caficultores negoció un sobreprecio de 16 por ciento con un exportador, con base en la garantía de alta calidad. Los productores que participan en el PPI han estado recibiendo el doble del precio pagado a los no participantes.

El CIAT está aprendiendo de estas y otras experiencias latinoamericanas para perfeccionar su metodología de PPI. También está examinando las formas de incluir a las ONG y a la empresa privada en el uso y adaptación de la metodología para multiplicar el impacto positivo más allá de los sitios donde ha sido probada hasta el momento.

Una Visión General del CIAT

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una organización sin ánimo de lucro que realiza investigación avanzada en los campos social y ambiental con el objetivo de mitigar el hambre y la pobreza y preservar los recursos naturales en países en desarrollo. El CIAT es uno de los 16 centros de investigación sobre los alimentos y el ambiente que comparten estas metas a nivel mundial y que trabajan en colaboración con agricultores, científicos y personas encargadas de formular políticas. Estos centros, conocidos como los centros Future Harvest (Cosecha del Futuro), son financiados principalmente por 58 países, fundaciones privadas y organizaciones internacionales que constituyen el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI).

Los donantes del CIAT

El CIAT recibe recursos financieros, bien sea del GCAI o bien de los países y las organizaciones enumeradas a continuación y con destino a proyectos especiales. Reconocemos con gratitud el compromiso contraído y los aportes recibidos.

Alemania

Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)
Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ)

Australia

Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional (AusAid)
Centro Australiano para la Investigación Agrícola Internacional (ACIAR)

Banco Asiático para el Desarrollo

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Banco Mundial

Bélgica

Administración General para la Cooperación en el Desarrollo (AGCD)

Brasil

Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa)

Canadá

Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA)
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID)

Colombia

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” (COLCIENCIAS)
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA)

Dinamarca

Ayuda Danesa para el Desarrollo Internacional (Danida)

España

Ministerio de Agricultura

Estados Unidos

Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID)
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)
Fundación Ford
Fundación Rockefeller
Fundación Wallace
Fundación W.K. Kellogg
Instituto de Recursos Mundiales (WRI)

Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD)

Francia

Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD)
Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)
Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INRA)
Ministerio de Asuntos Exteriores

Holanda

Dirección General para la Cooperación Internacional (DGIS)
Ministerio de Asuntos Exteriores



Italia

Ministerio de Asuntos Exteriores

Japón

Fundación Nippon

Ministerio de Asuntos Exteriores

México

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural

Noruega

Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD)

Ministerio Real de Asuntos Exteriores

Nueva Zelanda

Ministerio de Asuntos Exteriores y Comercio (MFAT)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Perú

Ministerio de Agricultura

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Reino Unido

Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID)

Instituto de Recursos Naturales (NRI)

Sudáfrica

Ministerio de Agricultura y Asuntos de la Tierra

Suecia

Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (SIDA)

Suiza

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (SDC)

Centro Suizo para la Agricultura Internacional (ZIL)

Instituto Federal de Desarrollo Tecnológico (ETH)

Tailandia

Departamento de Agricultura

Unión Europea (UE)

Venezuela

Fundación Polar

Nuestra misión

Reducir el hambre y la pobreza en los trópicos mediante una investigación colaborativa que mejore la productividad agrícola y el manejo de los recursos naturales.

Nuestro portafolio de proyectos

La investigación del CIAT gira alrededor de los proyectos enumerados a continuación. Estos proporcionan los elementos que permiten integrar la investigación que se hace en el Centro y organizar los esfuerzos de colaboración con nuestros socios colaboradores.

Agrobiodiversidad y genética

Acceso a y Uso de la Agrobiodiversidad mediante la Biotecnología

Mejoramiento del Frijol para el Trópico

Yuca Mejorada para el Mundo en Desarrollo

Mejoramiento de Arroz para América Latina y el Caribe Gramíneas y Leguminosas Tropicales para Propósitos Múltiples

Frutas Tropicales, una Forma Deliciosa de Mejorar el Nivel de Bienestar

Ecología y manejo de plagas y enfermedades

Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

Ecología del suelo y suelos mejorados

Recuperación de Suelos Degradados

Análisis de información espacial

Uso de la Tierra en América Latina

Confrontación del Cambio Climático Global en la Agricultura Tropical

Análisis socioeconómico

Impacto de la Investigación Agrícola

Innovación rural

Comunidades y Cuencas

Enfoques de Investigación Participativa

Desarrollo de Agroempresas Rurales

Información y Comunicaciones para Comunidades Rurales

Nuestro énfasis en cultivos y en agroecosistemas

Dentro del GCIAL, el CIAT tiene un mandato para hacer investigación en cuatro productos agrícolas básicos a escala internacional, que son vitales para la población de escasos recursos: frijol, yuca, forrajes tropicales y arroz. Nuestro trabajo en los primeros tres tiene un alcance mundial, mientras que la investigación en arroz está enfocada hacia América Latina y la región del Caribe. Cada vez más, el Centro ayuda a los programas nacionales y a grupos de agricultores a resolver problemas de producción que presentan otros cultivos, como especies frutales tropicales, mediante la aplicación de capacidades de investigación desarrolladas trabajando en los productos básicos bajo nuestro mandato.

En América Latina, nuestra investigación integrada sobre los cultivos y sobre el manejo de los recursos naturales está organizada, en gran parte, alrededor de tres agroecosistemas: las laderas, los márgenes de bosque y las sabanas. Los científicos del CIAT trabajan también para mejorar el manejo de los cultivos y de los recursos naturales en las zonas de altitud media de África oriental, central y meridional y en las tierras altas del sudeste asiático.

Vínculos institucionales

El CIAT fortalece los vínculos con otras instituciones mediante la investigación colaborativa organizada en proyectos. Nuestro círculo de socios colaboradores es cada vez más amplio, y comprende otros centros Future Harvest, institutos nacionales de investigación,

universidades, ONG y el sector privado. Trabajamos con ellos mediante diversos convenios innovadores, tales como consorcios y redes, a escala local, regional y mundial. Mediante alianzas estratégicas, permitimos que se aprovechen valiosos conocimientos científicos para poder afrontar los principales retos de la agricultura tropical.

Como un servicio a sus socios, el CIAT ofrece diversas opciones de capacitación, conferencias y servicios especializados de información y documentación, comunicaciones y sistemas de información.

Junta Directiva

Lauritz Holm-Nielsen (Presidente), Dinamarca
Especialista Principal en Educación Superior y Ciencia y Tecnología
Departamento de Desarrollo Humano
Banco Mundial, Estados Unidos

Elisio Contini (Vicepresidente), Brasil
Asesor de la Presidencia
Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa)

Luis Arango, Colombia
Director Ejecutivo
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)

Carlos Gustavo Cano, Colombia
Ministro de Agricultura

Christiane Gebhardt, Alemania
Líder Grupo de Investigación
Instituto de Investigación en Mejoramiento "Max Planck"

Kenneth Giller, Reino Unido
Profesor
Departamento de Ciencias Vegetales
Universidad de Wageningen, Holanda

Colette M. Girard, Francia
Profesora jubilada
Instituto Nacional de Agricultura Paris Grignon

James Jones, Estados Unidos
Profesor
Instituto de Ciencias de la Alimentación y Agrícolas
Universidad de Florida

Nobuyoshi Maeno, Japón
Director
Centro de Coordinación Regional para la Investigación y el Desarrollo de Cultivos de Cereales de Grano (excepto el trigo), Legumbres, Raíces y Tubérculos en el Trópico Húmedo de Asia y el Pacífico (CGPRT), Indonesia

Víctor Manuel Moncayo, Colombia
Rector
Universidad Nacional

M. Graciela Pantin, Venezuela
Gerente General
Fundación Polar

Armando Samper, Colombia
Presidente Emérito, Junta Directiva del CIAT



Mary Scholes, Sudáfrica
Profesora
Departamento de Ciencias Animales, Vegetales y Ambientales
Universidad de Witwatersrand

Elizabeth Sibale, Malawi
Oficial de Programa
Delegación de la Comisión Europea a Malawi

Barbara Valent, Estados Unidos
Profesora
Departamento de Fitopatología
Universidad Estatal de Kansas

Joachim Voss
Director General, CIAT

Miembros que terminaron su servicio durante el periodo cubierto por este informe:

Samuel Paul, India
Presidente, Centro de Asuntos Públicos

Álvaro Francisco Uribe C.
Director Ejecutivo
CORPOICA

Rodrigo Villalba M., Colombia
Ministro de Agricultura

Personal Principal

Dirección

Joachim Voss, Director General
Jacqueline Ashby, Directora de Innovación Rural e Investigación para el Desarrollo
Jesús Cuéllar, Oficial Ejecutivo
Juan Antonio Garafulic, Director de Finanzas
Douglas Pachico, Director de Investigación
Rafael Posada, Director de Cooperación
Aart van Schoonhoven, Director del Parque Científico Agronatura del CIAT

Coordinación regional

Miguel Ayarza, Edafólogo y Coordinador para América Central, Honduras
Peter Kerridge, Agrostólogo y Coordinador para Asia (hasta septiembre 2002), Laos
Roger Kirkby, Agrónomo y Coordinador para África Subsahariana, Uganda
Rod Lefroy, Edafólogo y Coordinador para Asia, Laos

Agrobiodiversidad y genética

Stephen Beebe, Mejorador de Frijol
Matthew Blair, Especialista en Germoplasma de Frijol y Mejorador
Hernán Ceballos, Mejorador de Yuca y Líder de Proyecto, Yuca Mejorada para el Mundo en Desarrollo
James Cock, Especialista en Recursos Genéticos y Líder de Proyecto, Frutas Tropicales, una Forma Deliciosa de Mejorar el Nivel de Bienestar

Daniel Debouck, Especialista en Recursos Genéticos
Martin Fregene, Fitogenetista Molecular
Carlos Lascano, Nutricionista de Rumiantes y Líder de Proyecto, Gramíneas y Leguminosas Tropicales para Propósitos Múltiples
Zaida Lentini, Fitogenetista
César Martínez, Mejorador de Arroz
Romuald Mba, Fitogenetista (Research Fellow)
John Miles, Mejorador de Forrajes
Michael Peters, Especialista en Germoplasma Forrajero
Idupulapati Rao, Nutricionista de Plantas
Joseph Tohme, Fitogenetista Molecular y Líder de Proyecto, Acceso a y Uso de la Agrobiodiversidad mediante la Biotecnología

Cuba

Rafael Meneses, Genetista de Arroz

Francia

Veronique Jorge, Fitopatólogo (Research Fellow)

Kenya

Paul Kimani, Mejorador de Frijol (Research Fellow)

Malawi

Rowland Chirwa, Mejorador de Frijol (Senior Research Fellow) y Coordinador, Red de Frijol para el Sur de África (SABRN)

Nicaragua

Gilles Trouche, Mejorador de Arroz, CIAT/Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD) de Francia

Ecología y manejo de plagas y enfermedades

Elizabeth Álvarez, Fitopatóloga
Anthony Bellotti, Entomólogo y Líder de Proyecto, Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
Lee Calvert, Virólogo Molecular y Líder de Proyecto, Mejoramiento de Arroz para América Latina y el Caribe
César Cardona, Entomólogo y Líder de Proyecto, Mejoramiento del Frijol para el Trópico
Fernando Correa, Fitopatólogo
Andreas Gaigl, Entomólogo
Guillermo Gálvez, Virólogo
Segenet Kelemu, Fitopatóloga
George Mahuku, Fitopatólogo
Francisco Morales, Virólogo, CIAT/Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)
Daniel Peck, Entomólogo (Research Fellow)

Rwanda

Kwasi Ampofo, Entomólogo

Tanzania

Eliaineny Mose Minja, Entomóloga
Pyndji Mukishi, Fitopatólogo (Research Fellow) y Coordinador, Red de Frijol para África Oriental y Central (ECABRN)

Uganda

Robin Buruchara, Fitopatólogo

Ecología del suelo y su mejoramiento

Edgar Amézquita, Fisiólogo Especializado en Suelos

Edmundo Barrios, Ecólogo Especializado en Suelos y Líder para América Latina,

Instituto de Biología y Fertilidad de Suelos Tropicales

Myles Fisher, Ecofisiólogo (Consultor)

Juan Jiménez, Biólogo de Suelos (Científico Posdoctoral)*

Marco Rondón, Edafólogo (Senior Research Fellow)

José Ignacio Sáenz, Especialista en Sistemas de Producción y Líder de Proyecto,
Comunidades y Cuencas

Australia

Werner Stür, Agrónomo (Consultor)

Brasil

Michael Thung, Agrónomo (Consultor)*

Costa Rica

Pedro Argel, Agrónomo (Consultor)

Etiopía

Tilahun Amede, Agrónomo (Research Fellow)

Filipinas

Ralph Roothaert, Agrónomo (Senior Research Fellow)

Kenya

Mike Swift, Edafólogo y Director del Instituto TSBF y Líder para África

Andre Bationo, Edafólogo

Joshua Ramisch, Antropólogo (Senior Research Fellow)

Bernard Vanlauwe, Edafólogo

Laos

Peter Horne, Agrónomo

Nicaragua

Axel Schmidt, Agrónomo (Científico Posdoctoral)

Erik Sindhoj, Agroecólogo (Científico Posdoctoral)

Perú

Kristina Marquart, Agrónoma (Research Fellow)

Tailandia

Reinhardt Howeler, Agrónomo

Tanzania

Ursula Hollenweger, Agrónoma (Research Fellow)

Uganda

Robert Delve, Edafólogo (Científico Posdoctoral)

Anthony Esilaba, Agrónomo (Research Fellow)

Zimbabwe

Herbert Murwira, Edafólogo

Análisis de información espacial

Begonia Arana, Especialista en Comunicaciones (Consultora)*

Nathalie Beaulieu, Especialista en Teledetección (Senior Research Fellow)

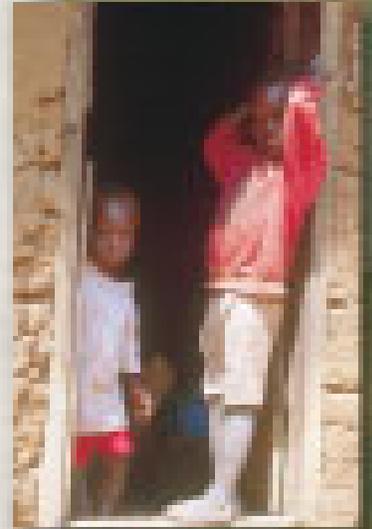
Simon Cook, Especialista en Información Espacial y Líder de Proyecto, Uso de la
Tierra en América Latina

Andrew Farrow, Especialista en SIG (Research Fellow)

Sam Fujisaka, Antropólogo Agrícola (Consultor)

Glenn Hyman, Geógrafo Agrícola

* Se retiró durante el período cubierto por este informe.



Andrew Jarvis, Geógrafo Agrícola (Research Fellow)
Peter Jones, Geógrafo Agrícola (Consultor)
Gregoire Leclerc, Especialista en Teledetección
Thomas Oberthur, Especialista en SIG (Senior Research Fellow)
Steffen Schillinger, Gerente, Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (Research Fellow)*

Francia

Manuel Winograd, Científico Ambiental

Análisis socioeconómico

Nancy Johnson, Economista Agrícola (Senior Research Fellow)

Costa Rica

Mario Piedra, Economista Agrícola, CIAT/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Perú

Douglas White, Economista Agrícola (Senior Research Fellow)

Innovación rural

Susan Kaaria, Economista Agrícola (Senior Research Fellow)
Mark Lundy, Especialista en agroempresas (Research Fellow)
Carlos Arturo Quirós, Agrónomo y Líder de Proyecto, Enfoques de Investigación Participativa
Vicente Zapata, Oficial de Capacitación (Senior Research Fellow)

Honduras

Guillermo Giraldo, Especialista en Semillas (Consultor)

Malawi

Colletah Chitsike, Especialista en Desarrollo (Senior Research Fellow)

Uganda

Rupert Best, Especialista en Posproducción y Líder de Proyecto, Desarrollo de Agroempresas Rurales
Soniia David, Socióloga Rural

Apoyo a la investigación

Alfredo Caldas, Coordinador, Capacitación y Conferencias
Edith Hesse, Jefe, Unidad de Información y Documentación
Carlos Meneses, Jefe, Unidad de Sistemas de Información
Nathan Russell, Jefe, Unidad de Comunicaciones

Administración

Fabiola Amariles, Jefe, Administración del Personal Internacional
Luz Stella Daza, Auditora Interna
Sibel González, Jefe, Protección y Seguridad Institucional
James McMillan, Jefe, Relaciones con los Donantes

Gustavo Peralta, Jefe, Recursos Humanos
Fernando Posada, Jefe, Oficina del CIAT en Miami
Jorge Saravia, Jefe, Oficina de Proyectos

Programas a nivel del GCAI

Pamela Anderson, Entomóloga/Epidemióloga y Coordinadora del Proyecto de Mosca Blanca en el Trópico, Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP)*

Jacqueline Ashby, Socióloga Rural y Coordinadora, Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género (PRGA)

Ann Braun, Ecóloga, Consultora Superior, Facilitadora del Grupo de Trabajo Manejo Participativo de los Recursos Naturales, Administradora Contenido Web

Barun Gurung, Antropólogo, Coordinador y Líder del Proyecto de Institucionalización, Programa PRGA

Federico Holmann, Especialista en Ciencias Pecuarias y Coordinador del Proyecto Tropicche, Programa Pecuario

Anna Knox, Economista Agrícola, Coordinadora y Jefe de Programa, Programa PRGA

Nina Lilja, Economista Agrícola, Científica en Evaluación de Impacto, Programa PRGA

Francisco Morales, Virólogo y Coordinador del Proyecto de Mosca Blanca en el Trópico, Programa de MIP

Nadine Saad, Coordinadora Asistente (Research Fellow), Programa PRGA*

Pascal Sanginga, Sociólogo Rural (Senior Research Fellow), Iniciativa de las Tierras Altas de África (AHI) y Programa PRGA, Uganda

Louise Sperling, Antropóloga y Facilitadora del Grupo de Trabajo sobre Fitomejoramiento Participativo, Programa PRGA, Italia

Richard Thomas, Edafólogo y Coordinador, Programa de Manejo de Suelos, Agua y Nutrientes (SWNM)*

Personal de otras instituciones

François Boucher, Especialista en Agroempresas, Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD) de Francia, Perú

Carlos Bruzzone, Mejorador de Arroz (Consultor), Fondo Latinoamericano para el Arroz de Riego (FLAR)

Creuci María Caetano, Especialista en Diversidad Fitogenética (Consultora), Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)

Marc Châtel, Mejorador de Arroz, CIRAD
Geo Coppens, Fitogenetista, CIRAD/IPGRI

Carlos De León, Patólogo de Maíz, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

Rubén Darío Estrada, Economista Agrícola y Líder para el Análisis de Políticas, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina (Condesan)/Centro Internacional de la Papa (CIP)

Humberto Gómez, Fitomejorador (Científico Visitante), Instituto Internacional de Investigación sobre Cultivos para el Trópico Semiárido (ICRISAT)/CIAT

Luigi Guarino, Científico de Diversidad Genética, IPGRI*

José Ramón Lastra, Patólogo y Director Regional para el Grupo de las Américas, IPGRI

Mathias Lorieux, Mejorador de Arroz, Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD)

Luis Narro, Fitomejorador, CIMMYT

Marco Antonio Oliveira, Mejorador de Arroz (Consultor), FLAR, Brasil

Bernardo Ospina, Especialista en Aspectos de Poscosecha (Research Fellow) y Director Ejecutivo del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA)

Luis Sanint, Economista Agrícola y Director Ejecutivo, FLAR

Edgar Torres, Mejorador de Arroz, FLAR

Michel Valés, Patólogo de Arroz, CIRAD

Carmen de Vicente, Genetista Molecular, IPGRI

David Williams, Científico de Diversidad Genética, IPGRI

Oficinas del CIAT alrededor del mundo

Sede

Apartado Aéreo 6713

Cali, Colombia

Teléfonos: +57 (2) 4450000 (directo) ó +1 (650) 8336625 (vía Estados Unidos)

Fax: +57 (2) 4450073 (directo) ó +1 (650) 8336626 (vía Estados Unidos)

Correo electrónico: ciat@cgiar.org

Internet: www.ciat.cgiar.org

Costa Rica

Pedro Argel

IICA-CIAT

Apartado 55-2200 Coronado

San José, Costa Rica

Teléfonos: +506 2290222 ó 2294981

Fax: +506 2294981 ó 2294741

Correo electrónico: p.argel@cgiar.org

Mario A. Piedra

Convenio CIAT/CATIE

Apartado 7170

Turrialba, Costa Rica

Teléfonos: +506 5561463 ó 5582522

Fax: +506 5568514

Correo electrónico: mpiedra@catie.ac.cr

Ecuador

Daniel Danial

MAG/INIAP/CIAT

Av. Eloy Alfaro y Amazonas

Edificio MAG Piso 4

Quito, Ecuador

Teléfono: +593 (2) 500316

Fax: +593 (2) 500316

Correo electrónico: angela@ciat.sza.org.ec

Estados Unidos

Fernando Posada

CIAT Miami

1380 N.W. 78th Ave.

Miami, FL 33126, USA

Teléfono: +1 (305) 5929661

Fax: +1 (305) 5929757

Correo electrónico: f.posada@cgiar.org

Etiopía

Tilahun Amede

c/o ILRI

P.O. Box 5689

Addis Ababa, Etiopía

Teléfono: +251 (1) 463215

Correo electrónico: t.amede@cgiar.org



Filipinas

Ralph Roothaert
CIAT
c/o IRRI
DAPO Box 7777
Metro Manila, The Philippines
Teléfono: +63 (2) 8450563
Fax: +63 (2) 8911292
Correo electrónico: r.roothaert@cgiar.org

Francia

Veronique Jorge
Laboratoire Génome et Développement des Plantes
Bat C
UMR 5545 CNRS
Université de Perpignan
68860 Perpignan Cedex
Francia
Teléfono: +33 (4) 68668848
Fax: +33 (4) 68668499
Correo electrónico: vsjorge@excite.com

Manuel Winograd
CIRAD
Département TERA
Rue Jean-François Breton
TA 60/15
34398 Montpellier CX5
Francia
Teléfono: +33 (4) 67593841
Fax: +33 (4) 67593838
Correo electrónico: m.winograd@cgiar.org

Honduras

Miguel Ayarza y Guillermo Giraldo
CIAT-Honduras
Edificio de DICTA en la Secretaría de Agricultura y
Ganadería
Segundo piso
Boulevard Miraflores, cerca edificio Hondutel,
subiendo a INJUPEM
Tegucigalpa, Honduras
Teléfono: +504 2326352 (directo)
Fax: +504 2326352
Conmutador: +504 2322451 (ext. 733)
Correo electrónico: ciathill@cablecolor.hn

Kenya

N. Sanginga, Andre Bationo, Joshua Ramisch y
Bernard Vanlauwe
TSBF-CIAT
ICRAF Campus
United Nations Avenue
P.O. Box 30677
Nairobi, Kenya
Teléfono: +254 (2) 524766
Fax: +254 (2) 524764
Correo electrónico: a.kareri@cgiar.org

Paul Kimani
Department of Crop Science
University of Nairobi
College of Agriculture and Veterinary Science
Kabete Campus
P.O. Box 29053
Nairobi, Kenya
Teléfonos: +254 (2) 630705, 631956 ó 632211
Fax: +254 (2) 630705 ó 631956
Correos electrónicos: kimanipm@nbnet.co.ke o
p.m.kimani@cgiar.org

Laos RDP

Rod Lefroy
Coordinador, CIAT-Asia
P.O. Box 783
Vientiane, Lao PDR
Fax: +856 (21) 222797
Correo electrónico: r.lefroy@cgiar.org

Peter Horne
Forage and Livestock Systems Project
P.O. Box 6766
Ban Khounta
Vientiane, Lao PDR
Teléfonos: +856 (21) 222796
Fax: +856 (21) 222797
Correo electrónico: p.horne@cgiar.org

Malawi

Rowland Chirwa y Colletah Chitsike
SABRN Network
Chitedze Research Station
P.O. Box 158
Lilongwe, Malawi
Teléfonos: +265 8822851 ó 1707278
Fax: +265 1707278
Correos electrónicos: rchirwa@malawi.net,
r.chirwa@cgiar.org o
c.chitsike@cgiar.org

Nicaragua

Jorge Alonso Beltrán, Axel Schmidt, Eric Sindhoj y
Gilles Trouche
Apdo. Postal Lm-172
Del restaurante Marseillaise 2c abajo
Managua, Nicaragua
Teléfono: +505 (2) 2709965
Fax: +505 (2) 2709963
Correos electrónicos: j.beltran@cgiar.org,
a.schmidt@cgiar.org o
axel.schmidt@excite.com

Perú

Douglas White
Eduardo del Aguila 393
Casilla Postal 558
Pucallpa, Ucayali, Perú
Teléfono: +51 (64) 577573
Fax: +51 (64) 571784
Correo electrónico: d.white@cgiar.org

Rwanda

Kwasi Ampofo
ISAR/CIAT/USAID
Agricultural Technology Development and Transfer
(ATDT) Project
ISAR, Station Rubona
B.P. 255
Butare, Rwanda
Teléfono: +250 530560
Fax: +250 513090
Correo electrónico: k.ampofo@cgiar.org

Tailandia

Reinhardt Howeler
CIAT
Department of Agriculture
Chatuchak, Bangkok 10900, Tailandia
Teléfono: +66 (2) 5797551
Fax: +66 (2) 9405541
Correo electrónico: r.howeler@cgiar.org

Tanzania

Mukishi Pindji, Ursula Hollenweger y Eliaineny Minja
SADCC/CIAT Regional Program
Selian Agricultural Research Institute
P.O. Box 2704
Arusha, Tanzania
Teléfono: +255 (27) 2502268
Fax: +255 (27) 2508557
Correos electrónicos: m.pindji@cgiar.org, u.hollenweger@cgiar.org,
e.minja@cgiar.org o ciat-tanzania@cgiar.org

Uganda

Roger Kirkby, Rupert Best, Robin Buruchara, Sonia David, Robert Delve y
Pascal Sanginga
CIAT Africa Coordination
Pan-African Bean Research Alliance (PABRA)
Kawanda Agricultural Research Institute
P.O. Box 6247
Kampala, Uganda
Teléfonos: +256 (41) 566089 ó 567670
Fax: +256 (41) 567635
Correos electrónicos: r.kirkby@cgiar.org, ciatuga@imul.com o
ciat-uganda@cgiar.org

Zimbabwe

Herbert Murwira
TSBF Zimbabwe Office
University of Zimbabwe
P.O. Box MP228
Mt. Pleasant
Harare, Zimbabwe
Teléfono: +263 (4) 333243
Fax: +263 (4) 333244
Correo electrónico: hmurwira@zambezi.net

Créditos de las fotos:

MAURICIO ANTORVEZA: 30

ALFREDO CAMACHO: 2 (ARRIBA), 10, 15 (DERECHA), 24, 41 (ARRIBA)

CORTESÍA DEL CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA): 21, 22

EDUARDO FIGUEROA: 4 (DERECHA), 9 (DERECHA)

ZAIDA LENTINI: 20

FRANCISCO MORALES: 32, 33

DAVID MOWBRAY: 4 (ARRIBA), 6, 7, 8 (IZQUIERDA Y CENTRO), 11 (IZQUIERDA), 15 (IZQUIERDA),
35 (ARRIBA), 39 (ARRIBA), 43 (ARRIBA)

LUIS FERNANDO PINO: 5 (DERECHA)

JUAN CARLOS QUINTANA: 2 (MEDIO Y DERECHA), 5 (IZQUIERDA), 11 (DERECHA), 12, 14, 26, 27,
29 (ABAJO), 31, 35 (ABAJO), 43 (ABAJO)

CARLOS ARTURO QUIRÓS: 2 (IZQUIERDA), 17, 18, 19

RALPH ROOTHAERT: 28, 29 (ARRIBA)

NATHAN RUSSELL: CARÁTULA, REVERSO DE CARÁTULA, 1, 8 (DERECHA), 9 (IZQUIERDA), 13, 23 (DERECHA),
25, 39 (ABAJO), 44, REVERSO DE CONTRACARÁTULA

ERNESTO SALMERÓN: 4 (IZQUIERDA), 23 (IZQUIERDA), 41 (ABAJO)

JAVIER SOTO: 34





• Lo Ya y su hermano en la aldea Ta, en la Provincia de Xieng Khouang, al norte de Laos.

El Poder de la Perspectiva

Aunque Lo Ya apenas tiene 6 años de edad, ya ha soportado las pesadas cargas de la vida agreste en las tierras altas del norte de Laos. Una tarde, no hace mucho, la niña fue donde su vecino Kama Zong a recoger un fardo de paja de arroz para alimentar el carabao de la familia, asumiendo que él disponía de paja para regalar.

Por fortuna, Kama pudo complacerla porque él alimenta a sus animales con gramíneas y leguminosas forrajeras que cultiva en un campo cercano. Las plantas fueron introducidas por investigadores bajo un proyecto de forrajes coordinado por el CIAT, y que ha beneficiado a miles de familias campesinas en siete países del sudeste asiático (ver página 28). Kama también desempeña un papel activo en investigación participativa en su zona para encontrar mejores maneras de conservar la fertilidad del suelo en las parcelas de forraje e integrar estas plantas multipropósito en los sistemas agrícolas para tierras altas.

Mucho depende de los resultados de este trabajo. Las aldeas de esta región necesitan nuevas fuentes de alimento para el ganado y también urge intensificar la producción pecuaria en forma sostenible para reforzar la parte vertebral de la red de seguridad social.

- El agricultor Kama Zong de la aldea Ta, al norte de Laos.





Soluciones Que Cruzan Fronteras

CIAT. 2003.
CIAT en Perspectiva, 2001-2002
Cali, Colombia.

ISSN 1692-0511
Tiraje: 3000
Impreso en Colombia
Marzo 2003

Texto: Gerry Toomey, Nathan Russell, Bob Hill
Traducción al español: Lynn Menéndez
Edición en español: Eduardo Figueroa
Diseño y diagramación: Julio C. Martínez G.
Impresión: Feriva S.A.



FUTURE
HARVEST



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) es una organización sin ánimo de lucro, que realiza investigación avanzada en los campos social y ambiental con el objetivo de mitigar el hambre y la pobreza y preservar los recursos naturales en países en desarrollo.

El CIAT es uno de los 16 centros de investigación sobre los alimentos y el ambiente que comparten estas metas a nivel mundial y que trabajan en colaboración con agricultores, científicos y personas encargadas de formular políticas. Estos centros, conocidos como los centros Future Harvest (Cosecha del Futuro), son financiados principalmente por 58 países, fundaciones privadas y organizaciones internacionales que constituyen el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl).

www.ciat.cgiar.org

