

CIAT Informe Anual 2009

Un Imperativo de Eco-Eficiencia para la Agricultura Tropical



Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture
Consultative Group on International Agricultural Research

Agricultura Eco-Eficiente para Reducir la Pobreza



Contenido

- 2 **Mensaje del Presidente de la Junta y del Director General**
- 4 **Un Imperativo de Eco-Eficiencia para la Agricultura Tropical**
- 6 **Agrobiodiversidad: Soluciones en las Semillas**
- 6 La Ciencia Triunfa en Caso muy Controvertido de Biopiratería
- 7 Fríjol Común que Desafía la Sabiduría Convencional
- 8 Alianzas Innovadoras para Lograr Impacto en África
- 9 Aprovechando un Fenómeno Fisiológico en Gramíneas Tropicales
- 10 Alargando el Período Máximo de Almacenamiento de la Yuca
- 11 Mayor Impacto en Asia con los Llamados Cultivos Secundarios
- 12 Una Manera Elegante de Utilizar las Especies Silvestres para el Mejoramiento del Arroz
- 13 **Suelos Tropicales: Soluciones que Incorporan la Eco-Eficiencia**
- 13 Cultivo Intercalado de Cereales y Legumbres más Eficiente
- 14 Abriendo el Camino para la Soya
- 16 Un Servicio Pionero de Información sobre Suelos para África
- 18 **América Latina y el Caribe: Tierra Fértil para la Eco-Eficiencia**
- 18 Significado del Cambio Climático para la Agricultura en Colombia
- 19 Claves para una Producción Competitiva de Frutas Tropicales
- 21 Lograr una Buena REDD en la Amazonia
- 22 Demanda Creciente de Métodos Participativos con los Agricultores
- 23 Un Nuevo Nicho para el Parque Científico Agronatura
- 24 **Una Visión General del CIAT**
- 24 Misión, Visión y Valores
- 24 Resultados Financieros para el 2009
- 24 Perspectivas Financieras para el 2010
- 25 Junta Directiva
- 26 Donantes
- 27 Socios
- 27 Premios
- 27 Publicaciones
- 27 Fortalecimiento de Capacidades
- 28 Personal y Oficinas del CIAT

Agricultura Eco-

Mensaje del Presidente de la Junta y del

El CIAT empezó a implementar nuevas direcciones estratégicas durante el 2009, teniendo en cuenta las principales reformas en el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) y enfocándose en los retos globales, particularmente el cambio climático, la seguridad alimentaria y la pobreza.

Nuestros científicos, trabajando con socios, ayudarán a afrontar estos retos aplicando el concepto de agricultura eco-eficiente de manera práctica. Ésta es una agricultura que (1) utiliza los recursos más eficientemente para lograr aumentos sostenibles en la productividad, (2) reduce la degradación de los recursos naturales y (3) crea oportunidades para aumentar los ingresos y el empleo en zonas rurales.

Revitalizando Nuestras Alianzas

El CIAT está renovando su compromiso de trabajo con colaboradores clave en América Latina y el Caribe (ALC) y otras regiones del mundo en desarrollo. En el 2009 empezamos un proceso de reposicionamiento del Centro simultáneamente en Colombia (nuestro país anfitrión), en ALC, así como en África al sur del Sahara y Asia. El proceso ya ha dado lugar a nuevas agendas de investigación, basadas en intereses compartidos, conocimientos, experiencias y capacidades compatibles.

En Colombia, el CIAT ha encontrado que comparte un gran interés para promover inversiones en las ciencias agrícolas y oportunidades de capacitación, con organizaciones como el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e

Innovación (Colciencias), el Departamento Nacional de Planeación y la Universidad Nacional, lo cual nos permite hacer mejor uso de las capacidades del Centro.

El CIAT sigue trabajando con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) para generar nuevas alianzas de desarrollo de investigación con los sectores privado y público a nivel local a través del Parque Científico Agronatura y FUNDACIAT.

Dentro de la región de ALC, hemos revitalizado nuestras alianzas con socios estratégicos, tales como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro), el Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (Foragro) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), en temas de interés común, como mejoramiento de cultivos, capacitación y gestión del conocimiento.

A nivel global, el CIAT ha fortalecido su colaboración con el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD), de Francia, y con otras organizaciones que comparten nuestro compromiso de investigar sobre el cambio climático, la creación de plataformas de biotecnología y capacitación y el mejoramiento del arroz.

El Centro, además, ha acordado una nueva agenda de trabajo colaborativo con la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS) y la Academia China de Ciencias

El CIAT aplicará el concepto de agricultura eco-eficiente mediante el establecimiento de redes con colaboradores clave en América Latina y el Caribe y en otras regiones del mundo en desarrollo.

Eficiente

Director General

Agrícolas Tropicales (CATAS). Ambas entidades están muy interesadas en desarrollar proyectos de investigación con nosotros, tanto en China como en el sudeste asiático, para facilitar el intercambio de germoplasma de frijol, yuca, forrajes y arroz.

Esta alianza y otras que el CIAT espera forjar en el futuro constituirán el mecanismo clave mediante el cual haremos que los resultados de nuestra investigación sean más accesibles y útiles.

Buenas Ganancias de la Investigación

Los programas de investigación del CIAT se organizan alrededor de pilares clave, o sea, el mejoramiento genético de cultivos alimenticios, suelos tropicales, agronomía, cambio climático y análisis de políticas. Todos nuestros programas registraron importantes logros e impactos en el 2009, demostrando lo que el principio de agricultura eco-eficiente significa en la práctica.

La investigación sobre forrajes tropicales, por ejemplo, arrojó nuevas apreciaciones acerca de la capacidad de una especie de gramínea tropical para inhibir nitrificación en el suelo, reduciendo enormemente las emisiones de óxido nitroso y la contaminación del agua al mejorar la eficiencia de la producción de cultivos. Entre tanto, el Programa de Análisis de Políticas (DAPA), mediante el uso de modelos de simulación, empezó a trabajar con Colombia y otros países para identificar los ajustes que son necesarios para que sus sectores agropecuarios puedan enfrentar los efectos del cambio climático en forma exitosa. Por otra parte,

el Programa de Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo unió esfuerzos con la Alianza para una Revolución Verde en África (AGRA) para crear un servicio de información sobre suelos africanos que consta de una base de datos espacial sobre las propiedades de los suelos en todo el continente.

En los aspectos destacados de la investigación que hace el CIAT en África se incluyó la renovación del apoyo a la Alianza Panafricana de Investigación en Frijol (PABRA) por parte de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI) y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude). En el 2009, dicha Alianza comenzó otra fase de 5 años. En el sudeste asiático, nuestros científicos documentaron la notable transformación de la agricultura de subsistencia en una producción rentable y sostenible, en la medida en que los pequeños agricultores adoptaban forrajes tropicales y construían vínculos de mercado fuertes.

Para acelerar el proceso mediante el cual los resultados de investigación del CIAT llegan a las organizaciones de agricultores, a las organizaciones de investigación y a otros, hemos empezado a implementar una política institucional llamada "Acceso Abierto". Dicha política busca ampliar el intercambio de conocimientos generados por nuestros investigadores con socios en todo el mundo.

Trabajando en el Nuevo CGIAR

Entre los resultados más recientes del proceso de reforma del CGIAR se encuentra el progreso logrado en la

creación del Consorcio de los centros y un Fondo del CGIAR.

Una nueva estrategia y un conjunto de nuevos megaprogramas ofrecerán al CIAT múltiples maneras de participar en la investigación sobre mejoramiento de cultivos, manejo de la fertilidad del suelo, cambio climático y otros temas.

Como parte de un CGIAR reformado, el Centro tendrá oportunidades valiosas de combinar sus esfuerzos con los de otros centros hermanos y socios de investigación clave. Solamente si trabajamos juntos de manera más estrecha podremos contribuir eficazmente para afrontar los retos importantes de la humanidad en el siglo XXI. El CIAT espera que el nuevo CGIAR alcance niveles de financiamiento cercanos a los US\$ 1.5 mil millones, lo que sería aproximadamente el 7.5% del financiamiento total actual global de investigación pública, que se calcula en \$20 mil millones. De tener el CGIAR un presupuesto mayor y más estratégico, sería más fuerte el efecto de apalancamiento en la agenda de investigación mundial.

En el 2009, el CIAT dejó sólidas bases organizacionales, científicas y financieras para poder seguir nuevas direcciones de investigación durante el próximo decenio. El Centro está, por lo tanto, bien preparado para llevar a cabo su misión de reducir el hambre y la pobreza y mejorar la salud humana en los trópicos mediante una investigación que aumente la eco-eficiencia de la agricultura.

Juan Lucas Restrepo
Presidente, Junta Directiva

Ruben G. Echeverría
Director General



Un Imperativo de Eco-Eficiencia para la Agricultura Tropical

Al trazar las direcciones estratégicas para su investigación en el próximo decenio, el CIAT fijó un nuevo rumbo hacia una agricultura más eco-eficiente —uno que ofrece múltiples beneficios a los más pobres del mundo. El concepto de eco-eficiencia ha formado parte del discurso internacional sobre agricultura sostenible durante casi 2 décadas

Sin embargo, en los últimos años su importancia e inminencia han crecido, en la medida en que múltiples crisis han convergido para plantear retos sin precedentes para la agricultura tropical. A través del mundo en desarrollo, el cambio climático, la reemergencia de la volatilidad de los precios de los alimentos, la degradación constante de los recursos naturales y otras amenazas han agravado el hambre y la pobreza, mientras amenazan también los ecosistemas de donde proceden los medios de vida de la población rural.

En respuesta, el CIAT considera que es un imperativo para la agricultura tropical, de la cual depende la mayoría de la población rural de escasos recursos, experimentar una verdadera revolución en eco-eficiencia.

De la Industria a la Agricultura

El término “eco-eficiencia” fue utilizado por primera vez en 1992 por el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible en su publicación *Changing Course*. La eco-eficiencia se definió como la creación de más bienes y servicios, mientras se utilizaba menos recursos y generaba menos desechos y contaminación. La Cumbre de la Tierra de 1992 endosó este concepto, exigiendo a las industrias que implementaran el Programa 21 —el programa de desarrollo sostenible de la Cumbre— en el sector privado.

Algunos años después, los expertos agrícolas del sector público, en particular de América del Norte y Europa, también se apropiaron de la causa de la eco-eficiencia. Algunos científicos empezaron a explorar su relevancia para la agricultura en el mundo en desarrollo, considerando que era una característica necesaria de sistemas agrícolas sostenibles a nivel mundial. Consideraban que, a nivel agrícola, la eco-eficiencia se podía lograr mejor mediante rotaciones de cultivos apropiados, una mejor integración de los cultivos con la ganadería, y otras prácticas que permiten el uso más eficiente de los recursos, especialmente los nutrientes de las plantas y la energía.

Hacia una Agricultura Eco-Eficiente

Para captar el valor de la eco-eficiencia como principio orientador para la investigación, es útil examinar este concepto frente a los antecedentes de más de medio siglo de esfuerzos sólo parcialmente exitosos para transformar la agricultura tropical.

La historia empieza con la Revolución Verde, la cual se originó en México durante los años 60 y se difundió rápidamente a otros países en desarrollo. La adopción generalizada de variedades de trigo y arroz de alto rendimiento, junto con el uso de fertilizantes, produjo grandes aumentos en los rendimientos de los cultivos, principalmente en condiciones de riego. Las ganancias resultantes en producción alejaron el espectro de la hambruna de Asia y ofrecieron beneficios ambientales al disminuir la presión que ejercía la agricultura sobre bosques tropicales y otros ecosistemas vulnerables.

En cuanto a eco-eficiencia, la Revolución Verde dio resultados contrastantes. La producción más intensiva permitió un uso mucho más eficiente de la tierra, el agua y la radiación solar. Pero también causó daño a los recursos naturales, acelerando

la degradación del suelo, promoviendo el uso indebido de herbicidas y plaguicidas y con la consecuente liberación de contaminantes en la atmósfera de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso y el metano, y en abastecimientos de agua en forma de nitrato y fosfato.

La creciente preocupación acerca de los riesgos ambientales de la modernización agrícola en el mundo en desarrollo promovió nuevas rondas de investigación a partir de principios de los años 90, encaminadas a lograr una “agricultura sostenible”. La idea era provocar una “Revolución Doblemente Verde”, como lo describió el distinguido científico británico Gordon Conway, al lograr un mejor equilibrio entre la productividad agrícola y la conservación ambiental.

El CIAT y otros centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) adoptaron medidas intrépidas para fomentar la agricultura sostenible, incluyendo la creación de nuevos centros y programas. Pero justo cuando éstos estaban poniéndose en marcha, el apoyo a la investigación agrícola entró en una caída vertiginosa, deteniendo eventualmente la Revolución Doblemente Verde.

La crisis de los precios de los alimentos del 2008 sirvió como un crudo “despertar”, provocando dificultades enormes a los consumidores de escasos recursos en todo el mundo en desarrollo. Aunque fueron múltiples las causas de la crisis, uno de los principales factores fue, sin duda, más de 15 años de descuido relativo de la investigación agrícola para el desarrollo. La perspectiva reconfortante fue que la crisis parecía sacar a los gobiernos y organismos de desarrollo de su sentido de complacencia. Esto, junto con la creciente concientización acerca del impacto del cambio climático en los agricultores de los países en desarrollo, dio lugar a la restauración de la agricultura a su lugar legítimo en la agenda de desarrollo internacional.

Un Principio Orientador para la Investigación

El nuevo compromiso global con la agricultura brinda a los investigadores una oportunidad de renovar la marcha postergada por mucho tiempo hacia la agricultura sostenible. Pero el CIAT considera que los investigadores necesitan un nuevo enfoque que se adapte a nuevos retos. Si los países en desarrollo han de tener éxito en satisfacer las necesidades alimentarias de una población en rápido crecimiento, mientras se adaptan también al cambio climático y contribuyen a su mitigación, entonces la agricultura tropical debe experimentar una transformación más detallada que cualquiera de las anteriores —una que armonice mejor los objetivos económicos, sociales y ambientales.

Para el CIAT, la meta debe ser una agricultura eco-eficiente que es:

- Más productiva, proporcionando alimentos nutritivos de bajo costo para consumidores de escasos recursos.
- Más rentable y competitiva, creando nuevas oportunidades para la población de escasos recursos para aumentar sus ingresos.

- Más sostenible, causando menos daño al medio ambiente.
- Más resiliente, adaptándose a condiciones de cultivo más adversas causadas por la continua degradación de la tierra y el cambio climático.
- Más equitativa, brindando nuevas oportunidades para las mujeres en zonas rurales y otros grupos marginados.

Pueda que la “eco-eficiencia” no sea un movimiento tan fuerte como la “Revolución Verde”, pero es exactamente lo que la agricultura tropical necesita para hacer frente con éxito a los intimidantes retos del siglo XXI.

Poniendo en Práctica el Principio de la Eco-Eficiencia

Las secciones a continuación están organizadas según tres áreas de investigación del CIAT —dos son temáticas (agrobiodiversidad y suelos tropicales) y la otra eco-regional, abordando América Latina y el Caribe. Los temas escogidos ofrecen una visión general de recientes resultados de investigación, que demuestran cómo los científicos del Centro están poniendo en práctica el principio de eco-eficiencia.





Agrobiodiversidad: Soluciones en las Semillas

Las variedades mejoradas han ocupado un lugar destacado en los esfuerzos para transformar la agricultura tropical, y siguen siendo determinantes en la nueva estrategia del CIAT para lograr eco-eficiencia. Mas ahora, las nuevas generaciones de germoplasma mejorado consistirán no sólo de unos pocos materiales ampliamente adaptados, sino también de muchas variedades genéticamente diversas que poseen rasgos especializados requeridos para hacer frente a las amenazas ambientales y para aprovechar las oportunidades económicas.

definitiva de que el conocimiento técnico del Programa de Recursos Genéticos del CIAT es una poderosa herramienta para asegurar que dichos recursos se distribuyan y se utilicen de manera justa, según los acuerdos internacionales logrados con mucha dificultad. Durante el 2010 —que las Naciones Unidas ha designado como el Año Internacional de la Diversidad Biológica— los investigadores del Centro se unieron a muchos otros para atraer atención al valor de la biodiversidad agrícola.

Hace 10 años, el CIAT solicitó a la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos (USPTO) que reexaminara una patente sobre frijol con testa amarilla, que el titular de la patente había llamado 'Enola'. En el 2008, la Junta de Apelaciones e Interferencias de Patentes de la USPTO declaró inválida la patente, apoyando dos fallos anteriores. Este año, el Tribunal de Apelaciones de los Estados

El mejoramiento de cultivos en el CIAT aporta abundante evidencia de que los recursos fitogenéticos son esenciales para lograr la eco-eficiencia en la agricultura.

La Ciencia Triunfa en Caso muy Controvertido de Biopiratería

El mejoramiento de cultivos en el CIAT ofrece abundante evidencia, como se ilustra en las siguientes secciones, de que los recursos fitogenéticos son esenciales para lograr la eco-eficiencia en la agricultura. El año 2009 vio la prueba



Unidos para el Circuito Federal en Washington, D.C. confirmó la decisión de la Junta.

El resultado positivo del caso se debió, en gran parte, a las pruebas científicas compiladas por el CIAT. Se comprobó que numerosas muestras de germoplasma conservadas en su banco poseen el color amarillo azufrado distintivo del frijol Enola, lo que arrojó serias dudas acerca de la novedad de este rasgo. La evidencia inicial fue posteriormente reforzada por los resultados de los estudios genéticos moleculares realizados en el CIAT y otras partes, los cuales mostraron que el frijol Enola es esencialmente idéntico a otros frijoles amarillos. Dicho frijol ha sido cultivado y consumido en México y otras regiones de América Latina durante siglos.

Durante los años 70, los mejoradores de frijol mexicanos desarrollaron y liberaron variedades de grano amarillo, dependiendo particularmente de una línea nativa de Perú. En un claro caso de biopiratería, el titular de la patente de frijol Enola derivó este producto de las semillas de una variedad mexicana, muy probablemente una llamada 'Azufrado Peruano 87'. El CIAT mantiene muestras de esa variedad y de muchas miles de otras variedades de frijol en fideicomiso para la humanidad bajo el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Generalmente denominado el "Tratado de Semillas", reemplaza varios acuerdos anteriores con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Ya que el frijol Enola no se obtuvo del banco de germoplasma del CIAT, el Centro no estaba estrictamente obligado a enviar la ciencia al rescate. Lo hizo para establecer un antecedente. Solamente al exigir respeto por los términos del Tratado de Semillas puede el CIAT y otros curadores de valiosa agrobiodiversidad garantizar que las soluciones en las semillas permanecen libremente al alcance de todo aquel que las necesite.

Frijol Común que Desafía la Sabiduría Convencional

Los investigadores del CIAT hicieron recientemente un descubrimiento sorprendente que se deriva de su éxito en desarrollar variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) tolerantes a la sequía. Contradiendo la sabiduría convencional, han indicado que las nuevas variedades son sumamente eficientes en movilizar los recursos necesarios para producir grano bajo diferentes tipos de estrés, así como en condiciones favorables.

Este resultado ofrece nuevas esperanzas para la gran mayoría de pequeños productores de frijol que a menudo se enfrentan con la escasez de insumos clave, especialmente agua y nutrientes. Un 60% de su producción a nivel mundial es muy vulnerable a la sequía. También se encuentra limitada por los bajos contenidos de fósforo y nitrógeno en el suelo. Los niveles tóxicos de aluminio, en los extensos suelos ácidos, agravan los efectos de la sequía, y los suelos infértiles limitan el crecimiento de las raíces.

No son buenas las perspectivas de mejores suministros de insumos. El cambio climático está haciendo que la sequía sea más frecuente y más severa. Los fertilizantes químicos se han vuelto más costosos, como resultado de los precios más altos del petróleo, del cual se derivan. Con el tiempo, la disminución de las reservas de fósforo empeorará aún más las cosas.

Durante la última década, en su trabajo de mejoramiento del frijol respecto a múltiples tipos de estrés, el Programa de Frijol del CIAT ha puesto especial énfasis en la tolerancia a la sequía. Muchos años de esfuerzo persistente por fin están dando resultado, con logros impactantes en frijoles mesoamericanos de semilla pequeña, y buenos avances también con los tipos andinos de semilla grande. Un hito importante reciente en este trabajo fue la liberación de variedades tolerantes a la sequía en Nicaragua y Rwanda, con más por venir en otros países.

Aprovechando estos avances, los investigadores del CIAT han incorporado la tolerancia de la toxicidad de aluminio que poseía una especie relacionada, frijol ayocote (*P. coccineus*), a las líneas de frijol común tolerantes a la sequía. Varias líneas mejoradas que resultaron de los cruzamientos entre las dos muestran tolerancia a ambos tipos de estrés, así como un excelente potencial de rendimiento. Al mismo tiempo, los investigadores están desarrollando líneas cuyas raíces pueden recuperar fósforo de los fertilizantes de manera más eficiente y que también crecen bien en suelos con niveles intrínsecamente bajos de este nutriente. En el 2009 se identificaron líneas que son tolerantes a la sequía, resistentes a enfermedades y que también presentan un desempeño satisfactorio en condiciones de bajo fósforo en el suelo.

La sabiduría convencional indica que dichos rasgos son contrapuestos. Por ejemplo, mientras que las raíces más



profundas favorecen la tolerancia a la sequía, un mejor comportamiento en condiciones de baja fertilidad del suelo implica lo contrario: abundantes raíces a poca profundidad. De manera análoga, a menudo se considera que son mutuamente excluyentes los rendimientos más altos en buenas condiciones de cultivo y un mejor desempeño en condiciones de estrés físico.

Pero eso no fue lo que los investigadores del CIAT observaron cuando compararon

nuevas líneas tolerantes a la sequía con cultivares comerciales. Por el contrario, las líneas tolerantes se desempeñaban significativamente mejor en condiciones de sequía, según un artículo publicado en el 2008 en la revista *Crop Science*, pero también producían hasta 25% más en ambientes favorables. Además, algunas líneas presentaron rendimientos superiores en condiciones de bajo fósforo en el suelo, superando a la competencia hasta en un 41%.

Los investigadores explican esta paradoja al señalar que la producción de semillas en frijol común es inhibida por su crecimiento vegetativo profuso, que es un mecanismo de supervivencia heredado por el cultivo domesticado de sus antepasados silvestres. Apparently, la selección por tolerancia a la sequía revela genes que suprimen esta respuesta de supervivencia. El resultado es una variedad de frijol que en general es más eficiente y produce más, ya sea en condiciones buenas o en condiciones malas.

Alianzas Innovadoras para Lograr Impacto en África

Para que variedades más eficientes de frijol y otros cultivos tengan un impacto para el desarrollo, se requiere de un enfoque eficaz para asegurar que éstas estén ampliamente disponibles para los agricultores. Durante el 2009, varios avances en África oriental y meridional demostraron la eficacia de un enfoque desarrollado por el CIAT y sus socios para llegar a los pequeños agricultores —especialmente las mujeres, quienes son los principales productores de frijol en África— en áreas donde la sequía y otros tipos de estrés son frecuentes y complicados.

El enfoque empieza con una liberación oportuna de nuevas variedades de frijol por organizaciones nacionales, un proceso que es enormemente facilitado por la Alianza Panafricana de Investigación en Frijol (PABRA), apoyada por el CIAT. Gracias a su enfoque colectivo, hasta los países donde la guerra ha perturbado la investigación agrícola aún pueden liberar nuevas variedades. Sólo en el 2009, cinco países (Burundi, República Democrática del Congo, Kenya, Malawi y Zambia) liberaron 31 variedades nuevas de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y plagas, y tolerantes al estrés, por ejemplo la baja fertilidad del suelo.

Las alianzas también son clave para lograr que semilla de alta calidad de las variedades liberadas llegue a las manos de un gran número de pequeños agricultores. En años recientes, por ejemplo, una nueva alianza que incluye a la Unidad de Semillas Agrícolas de Kenya, una empresa privada y una organización sin fines de lucro, ha probado una innovadora estrategia de mercadotecnia, en la cual se venden pequeños paquetes de semilla de 100 g o menos en los mercados, las tiendas rurales y en otros sitios donde los agricultores compran alimentos y otros elementos básicos.

Sólo en el 2009, cerca de 35,000 agricultores compraron los pequeños paquetes de semilla, y los socios kenianos han extendido el método a otros cultivos como el maíz, la soya y el guandul. De manera análoga, este año en Malawi, una empresa privada vendió 416 toneladas de semilla de frijol en pequeños paquetes en 90 tiendas pequeñas en todo el país, y llegó a 400,000 agricultores. Por medio de PABRA, el enfoque también se está difundiendo a otros países.



Aprovechando un Fenómeno Fisiológico en Gramíneas Tropicales

Una categoría de cultivos que promete mucho para hacer que la agricultura sea más eco-eficiente tiene que ver con diversos forrajes tropicales, que constituyen una característica prominente de los paisajes agrícolas en todo el mundo. En el 2009, los científicos del CIAT y de dos instituciones colaboradoras japonesas reportaron un adelanto clave en la investigación en forrajes, que incluía la gramínea tropical *Brachiaria humidicola*. Su descubrimiento podría generar grandes beneficios económicos y ambientales, los cuales resultan del manejo radicalmente mejorado del nitrógeno en el suelo.

Un artículo publicado este año en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* describe cómo los investigadores descubrieron y caracterizaron un compuesto químico (nombrado por ellos como “brachialactona”), que se presenta en el líquido liberado por las raíces de la gramínea y controla un fenómeno denominado “inhibición de la nitrificación biológica” (BNI, sus siglas en inglés).

La nitrificación es un proceso en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno mediante el cual la actividad microbiana convierte una forma de nitrógeno, amonio, en otra forma más móvil, nitrato. Una consecuencia es la contaminación del agua subterránea y superficial con nitrato, lo cual daña la vida vegetal y animal y puede también causar daños en la salud humana. Otra consecuencia es la liberación de óxido nitroso a la atmósfera. Óxido nitroso es un potente gas de efecto invernadero cuyo potencial de calentamiento del planeta es casi 300 veces mayor que el del dióxido de carbono y cerca de 13 veces más que el del metano. Los ensayos de campo realizados en el CIAT han indicado que *B. humidicola* suprime las emisiones de óxido nitroso casi por completo.



Estudios recientes encontraron que la brachialactona produce hasta el 90% del efecto inhibitorio de esta gramínea. Este hallazgo, que resuelve un misterio de largo tiempo acerca de la BNI, es el resultado de muchos años de trabajo colaborativo entre el Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas del Japón (JIRCAS), el Instituto Nacional de Investigación Alimentaria (NRFI) del Japón y el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

El daño ambiental que resulta de la nitrificación se ha multiplicado enormemente en los últimos 40 años, en la medida en que ha aumentado por siete el uso de fertilizantes nitrogenados, contribuyendo a una duplicación de la producción agrícola. Además del enorme costo para el medio ambiente, la pérdida de nitrógeno mediante la nitrificación tiene un impacto económico significativo en la agricultura. Los investigadores han demostrado que sólo cerca del 40% del fertilizante nitrogenado aplicado por los agricultores es absorbido por los cultivos; ellos calculan que el valor del nitrógeno desperdiciado es de US\$17 mil millones por año, solamente en la producción de cereales.

Por tanto, es difícil exagerar los beneficios económicos y ambientales potenciales del rasgo de la BNI en *B. humidicola*. Una región que podría atesorar grandes ganancias son las vastas sabanas de América del Sur, que ocupan cerca de 250 millones de

Estudios recientes encontraron que la brachialactona produce hasta el 90% del efecto inhibitorio de *Brachiaria*.

hectáreas. Aunque la mayor parte de esta tierra está bajo gramíneas nativas o pastizales introducidos, cerca de 11 millones de hectáreas de la región de los Cerrados en Brasil han sido convertidos para la producción de soya y maíz. Otros 35 a 40 millones podrían convertirse también para la agricultura, con importantes impactos en las emisiones de óxido nitroso en la región.

Se podría utilizar la BNI para evitar dicho resultado. Pero para aprovechar este fenómeno se requerirá de esfuerzos muy importantes para determinar su base genética mediante el “descubrimiento de genes”. Los investigadores esperan poder introducir genes de BNI en cultivos tanto alimenticios como forrajeros, y luego integrarlos en pasturas mejoradas y en sistemas agropastoriles, lo que permitiría una nitrificación limitada y emisiones de óxido nitroso también limitadas.

Alargando el Período Máximo de Almacenamiento de la Yuca

Durante su largo ciclo de crecimiento, la yuca muestra una eficiencia extraordinaria y presenta un rendimiento considerable de raíces, independientemente de si el cultivo ha sido consentido o castigado. Pero luego, una vez que se cosechan las raíces, se empiezan a deteriorar rápidamente.

Habiendo servido su propósito de almacenar energía para ayudar a la planta a recuperarse de tipos de estrés como la sequía y el ataque de insectos, las raíces se estropean en sólo unos pocos días a través de un “deterioro fisiológico en poscosecha” o DFP. En el 2009, los investigadores de yuca del CIAT adoptaron varias medidas importantes para resolver este problema, al confirmar que la tolerancia al DFP está presente en diferentes fuentes y funciona a través de diversos mecanismos bioquímicos y genéticos.

Una solución genética al DFP es una de las contribuciones más importantes que

se puede imaginar para transformar la yuca en una opción verdaderamente eco-eficiente que reduce la pobreza rural mientras fortalece también la seguridad alimentaria. Ya un alimento básico clave en gran parte de África y en muchas partes de América tropical, este cultivo también se está convirtiendo en comercial, especialmente en Asia, como resultado de la creciente demanda de las industrias de almidón y alimentos concentrados para animales.

Pero el desarrollo de la yuca, ya sea como alimento o como materia prima industrial, se encuentra seriamente limitado por el DFP. La yuca se cultiva generalmente en ambientes marginales, los cuales tienen a menudo una infraestructura vial deficiente y se encuentran a gran distancia de los mercados y centros de procesamiento. Dado el corto período de almacenamiento de la yuca, hacerla llegar a los clientes puede ser costoso y riesgoso, reduciendo considerablemente las opciones de mercado de los agricultores.

Los investigadores ya han identificado y caracterizado los genes responsables del DFP, sugiriendo que debe ser posible encontrar variabilidad genética. En busca de genotipos tolerantes, el Programa de Yuca del CIAT ha sometido a selección una amplia gama de materiales. En el 2009, los investigadores evaluaron varios genotipos potencialmente tolerantes, clasificando las raíces 5, 10, 20 y 40 días después de la cosecha.

Los clones de dos grupos diferentes de genotipos no mostraron síntomas de DFP, aún 40 días después de la cosecha. Un grupo constaba de germoplasma con alto contenido de caroteno, mientras que el otro incluía genotipos con la denominada mutación de almidón sin amilosa o almidón ‘waxy’. Otros clones, incluyendo algunos que habían resultado de cruzamientos con un pariente silvestre de la yuca, también dieron resultados prometedores, los cuales serán informados en la revista *Crop Science*.

Para algunos de estos genotipos, es claro lo que explica su tolerancia al DFP, mientras que para otros no lo es. En el caso de los genotipos con alto contenido de caroteno, la explicación reside en las propiedades antioxidantes de los carotenoides, o sea, su capacidad de desacelerar las reacciones bioquímicas en cadena que lesionan las células de la planta. Por otro lado, no hay ninguna razón aparente para que un genotipo con almidón sin amilosa sea tolerante al DFP.

El punto importante es que los investigadores ahora poseen diversas fuentes de tolerancia, mostrando mecanismos diferentes, pero que tal vez se refuerzan mutuamente. Ahora es necesario identificar marcadores moleculares vinculados con el rasgo, lo cual acelerará el mejoramiento por tolerancia al DFP al permitir la identificación temprana de genotipos tolerantes.



Mayor Impacto en Asia con los Llamados Cultivos Secundarios

Al igual que con el trabajo que hace el CIAT en África, la investigación agrícola que hace en Asia ofrece ejemplos persuasivos de cómo se puede contribuir a la eco-eficiencia. También demuestra de manera convincente cómo las alianzas sólidas y los métodos innovadores de colaboración con los agricultores pueden traducir los resultados de investigación en impactos importantes para el desarrollo. Dos ejemplos de la región tienen que ver con el uso eficiente de la agrobiodiversidad salvaguardada en los bancos de germoplasma del CIAT.

El primer ejemplo trata sobre variedades de yuca de alto rendimiento y alto contenido de almidón que han sido adoptadas por más de la mitad de los más de 7 millones de cultivadores de Asia. Al permitir a estos agricultores tener un mejor acceso a mercados nuevos, las variedades mejoradas han permitido a muchas personas en zonas rurales escaparse de la espiral descendente de la pobreza y la degradación de los recursos naturales.

Hasta los años 70, la yuca fue un cultivo alimentario relativamente secundario que resultaba muy útil principalmente en épocas de crisis. Pero luego, más o menos al mismo tiempo que el CIAT empezó a investigar sobre la yuca en Asia, se transformó en un cultivo de exportación importante y en materia prima clave para diferentes industrias de procesamiento. Como resultado, la región ahora representa cerca de un tercio de la producción mundial, así como más del 90% de la yuca comercializada internacionalmente. También tiene una gran industria de procesamiento. Los muchos usos de la yuca incluyen alimento para animales, alimentos procesados, otros usos industriales de almidones modificados y bioetanol. Aunque queda mucho por hacer para garantizar la sostenibilidad de la producción de yuca en Asia, las nuevas tecnologías desarrolladas mediante alianzas sólidas con instituciones nacionales y socios del

sector privado ya han generado beneficios importantes, mejorando los medios de vida de pequeños agricultores e impulsando un mejor manejo de los recursos naturales.

El segundo caso involucra la historia de cómo unos 15,000 pequeños agricultores innovadores en el sudeste asiático han transformado la producción pecuaria de subsistencia en una empresa productiva y rentable, orientada hacia el mercado, empezando con la adopción de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales para alimentar el ganado. Además de los mismos forrajes resistentes, otros factores que contribuyeron significativamente a este resultado incluye un enfoque participativo orientado hacia los clientes, investigadores y agentes de extensión nacionales que fueran competentes y comprometidos, y al alza sostenida de los precios del ganado.

El ganado ya era importante para muchos pequeños agricultores en la región, proporcionando una de las pocas opciones para ahorrar y prepararse para tiempos difíciles. Pero los nuevos forrajes y el mejor manejo posibilitó a los agricultores agregar valor a su ganado al elevar notoriamente la productividad, reduciendo enfermedades e incrementando la fertilidad sin aumentar la demanda de mano de obra. Sistemas agrícolas más diversificados, productivos y resilientes también permitieron a los cultivadores reducir prácticas insostenibles con uso intensivo de mano de obra, por ejemplo, la agricultura de tumba y quema.

En ambos casos, el germoplasma mejorado fue fundamental para el éxito. Pero generó impacto principalmente porque los investigadores (1) emplearon enfoques con la participación de agricultores para fomentar la adopción y (2) encontraron maneras eficaces de vincular a los agricultores con los mercados.



Una Manera Elegante de Utilizar las Especies Silvestres para el Mejoramiento del Arroz

Este año, los resultados de la investigación en arroz del CIAT confirmaron el valor de un nuevo recurso genético —al cual se refiere como una librería CSSL (líneas de sustitución de segmentos cromosómicos)— para detectar genes asociados con rasgos clave que son necesarios para lograr una producción eco-eficiente.

Para el mejoramiento del arroz, las librerías CSSL se derivan mediante el retrocruzamiento sucesivo de arroz africano cultivado (*Oryza glaberrima*) o especies silvestres a un progenitor recurrente de arroz asiático (*O. sativa*). Se utilizan marcadores moleculares para hacerle seguimiento a la introducción de los fragmentos cromosómicos, los cuales se colocan de manera contigua para representar todo el genoma de arroz.

Por medio de dicho análisis, los investigadores del CIAT pudieron ubicar, por primera vez, la región exacta del genoma de arroz que es responsable de la resistencia al virus del entorchamiento. Este descubrimiento mostró concretamente cómo pueden utilizar las librerías CSSL para detectar los sitios exactos de rasgos cuantitativos, que son segmentos genéticos asociados con dos o más genes que controlan rasgos complejos.

El arroz es el alimento de primera necesidad más importante de América del Sur y del Caribe, y la demanda va en crecimiento. En los últimos años, la producción regional ha respondido bien, incrementándose a una tasa anual de 3% durante el período 1990–2004, es decir, más rápido que en cualquier otra parte del mundo. El sector arrocero de América Latina y el Caribe está, por lo tanto, en una buena posición no sólo para fortalecer la seguridad alimentaria regional sino también para ampliar su participación en los mercados de arroz a nivel mundial.

Para tener éxito, sin embargo, el sector debe aumentar su competitividad reduciendo los costos de producción mediante el uso más eficiente de agua y nitrógeno, así como de productos agroquímicos. Los datos recopilados recientemente por el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR) indican que existe mucha oportunidad para mejorar. En varios países, los arroceros obtuvieron rendimientos de 1–2 toneladas por hectárea, reduciendo los costos de producción mediante una combinación de variedades mejoradas y prácticas agronómicas.

Pero para lograr y mantener tales ganancias en las próximas décadas, el sector arrocero tendrá que superar nuevos obstáculos ocasionados por el

cambio climático. Los modelos de simulación proyectan que las temperaturas promedio aumentarán de 2 a 3 °C en el 2050 y que la precipitación se volverá más variable, con impactos significativos en los rendimientos de arroz.

En respuesta, el Programa de Arroz del CIAT debe empezar ahora a desarrollar líneas que se adapten a la sequía y a temperaturas más altas. Los investigadores han sabido, durante mucho tiempo, que varias especies relacionadas con el arroz asiático son posibles fuentes importantes no sólo de estos rasgos sino de otros rasgos útiles. Pero los avances han sido obstaculizados por la tendencia de los cruzamientos entre especies de producir descendencia infértil y por la dificultad de separar rasgos útiles de rasgos indeseables usando métodos convencionales.

Según un artículo publicado recientemente en la revista *BMC Plant Biology*, las librerías CSSL proporcionan “una manera elegante de eludir estos aspectos”. Al demostrar las distintas ventajas de este recurso genético, los investigadores del CIAT que escribieron el artículo están ayudando a abrir el camino hacia la selección con la ayuda de marcadores moleculares por tolerancia al estrés, que es vital para las variedades de arroz del futuro.





Suelos Tropicales: Soluciones que Incorporan la Eco-Eficiencia

El manejo integrado de la fertilidad del suelo (MIFS) incorpora muy bien el principio de la eco-eficiencia.

La combinación de variedades mejoradas de cultivos y fertilizantes químicos proporcionó una potente fuerza impulsora para la Revolución Verde del siglo pasado. Pero una nueva transformación de la agricultura tropical en este siglo requiere soluciones más holísticas al problema de la baja fertilidad del suelo, soluciones que reconocen mejor las realidades económicas, sociales y ambientales de la agricultura a pequeña escala.

El CIAT está buscando activamente tales soluciones, utilizando un enfoque llamado “manejo integrado de la fertilidad del suelo”, o MIFS. Combina variedades mejoradas de cultivos con el uso de fertilizantes minerales y materia orgánica, teniendo en cuenta características clave del paisaje agrícola circundante, tales como los mercados de insumos y productos. El MIFS incorpora de manera especial el principio de la eco-eficiencia, y rápidamente está ganando aceptación entre investigadores y agricultores.

Cultivo Intercalado de Cereales y Legumbres más Eficiente

La investigación que hace el CIAT en MIFS está orientada hacia varias agroecologías importantes, en las cuales la disminución de la fertilidad del suelo es un problema serio, socavando la seguridad alimentaria de elevado número de personas de escasos recursos. Tal es el caso de las sabanas húmedas de África occidental, oriental y meridional, donde muchos agricultores practican el cultivo intercalado o la rotación de cereales, como el maíz y el sorgo, con diversas leguminosas de grano, incluyendo el frijol común, el caupí y el maní. En el 2009, los científicos del CIAT registraron adelantos importantes al determinar cómo se puede utilizar más eficientemente el nitrógeno, el agua y otros insumos en dichos sistemas.

Un estudio sobre el cultivo intercalado de maíz-leguminosas en Kenya central, por ejemplo, demostró los amplios beneficios de un arreglo modificado llamado MBILI, que es la sigla en inglés para “manejo de



La soya, una fuente importante de proteína, aceites comestibles y vitaminas para las personas, es también un componente clave de alimentos para ganado, y ayuda a mejorar la fertilidad del suelo.

interacciones benéficas del cultivo intercalado de leguminosas”, pero que también significa “dos” en *kiswahili*. Apartándose del modelo convencional de una hilera de maíz seguida de una de leguminosa, el arreglo MBILI tiene dos hileras de maíz alternadas con dos de leguminosa. La ventaja es que más luz llega a la leguminosa sin reducir la densidad de plantas del maíz.

Los investigadores del CIAT ponen a MBILI a prueba en un área caracterizada por una precipitación altamente variable, utilizando dos sitios, uno con una fertilidad del suelo intrínsecamente buena y otro con una baja fertilidad. En un artículo publicado en la revista *Field Crops Research*, los investigadores concluyeron que el sistema modificado es bastante eficiente, con efectos positivos en ambos sitios, pero especialmente en el sitio con una baja fertilidad. Allí, el arreglo MBILI mejoró los beneficios económicos netos en un 12%–37% (dependiendo de la leguminosa utilizada), elevando los rendimientos del maíz y del caupí. Los investigadores advirtieron, sin embargo, que se necesitarían cantidades moderadas de fertilizante nitrogenado para mantener estos mayores rendimientos a largo plazo.

Abriendo el Camino para la Soya

Además de perfeccionar los sistemas tradicionales de cereales–leguminosas, los científicos del CIAT están promoviendo una opción no tradicional para Kenya —la versátil soya— esperando repetir los éxitos alcanzados con este cultivo en Nigeria y Zimbabwe.

La soya, una fuente importante de proteína, aceites comestibles y vitaminas para las personas, es también un componente clave de alimentos para ganado, y ayuda a mejorar la fertilidad del suelo. Su actual producción anual en Kenya está alrededor de las 5,000 toneladas, aunque la demanda de las industrias nacionales de procesamiento de alimento, tanto para humanos como para animales, es alta, lo que hace necesario la importación de 50,000 a 100,000 toneladas de soya cada año. Se prevé que este monto aumente en otras 50,000 toneladas durante la próxima década.

Dos estudios realizados recientemente por el CIAT señalan el camino hacia un desarrollo más vigoroso de la soya en Kenya. Un estudio se centra muy específicamente en la fijación de

nitrógeno en esta leguminosa, mientras que el otro abarca toda la cadena de valor del cultivo.

El primer estudio, publicado en la revista *Plant and Soil*, informa sobre cepas de *Bradyrhizobium* nativas de Kenya que estimulan la nodulación en las raíces de soya para la fijación de nitrógeno de la atmósfera. Cuando la soya se introduce en áreas donde no ha sido cultivada previamente, la semilla debe inocularse con *B. japonicum* para que logre una nodulación eficaz. En la mayoría de los países africanos, la necesidad de inoculación con esta especie representa una barrera significativa para la adopción de la soya.

Hace algunos años, los investigadores del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) encontraron una manera de superar ese obstáculo al desarrollar las denominadas variedades de soya “promiscuas”, que presentan nodulación con diversas cepas nativas de *Bradyrhizobium*.

No obstante, aún hay mucho campo de acción para mejorar la nodulación y el rendimiento de grano de estas variedades mediante la inoculación con cepas nativas eficaces.

Al determinar la diversidad genética de tales cepas en Kenya, el análisis llevado a cabo por científicos del CIAT representa un primer paso valioso hacia el mejor manejo de la fijación biológica de nitrógeno en soya y, en consecuencia,

mejores rendimientos de grano y efectos benéficos más significativos en la fertilidad del suelo.

El segundo estudio aborda el problema más importante de cómo promover con éxito en Kenya un cultivo relativamente nuevo como la soya. Con base en las lecciones aprendidas de los recientes éxitos en Nigeria y Zimbabwe, así como de los fracasos pasados en Kenya, el estudio propone un enfoque de tres niveles que se centra en:

1. Producción y procesamiento de la soya a nivel de la unidad familiar para consumo en el hogar y para la venta.
2. Procesamiento a nivel de la comunidad de la producción excedente de soya en productos como la leche y el yogur.
3. Desarrollo de mercados de soya que vinculen a los agricultores con las industrias de procesamiento.

Los investigadores probaron el enfoque durante un período de 2 años con grupos de agricultores en tres “sitios de acción”. Los resultados aumentaron el interés en la producción, el procesamiento y el consumo de la soya, según lo reflejado en el crecimiento del número de grupos de agricultores de 7 a 105 en los diferentes sitios. Los grupos obtuvieron buenas utilidades de la venta de nuevos productos de soya, y algunos empezaron a surtir a procesadores en gran escala.

Los grupos obtuvieron buenas utilidades de la venta de nuevos productos de soya, y algunos empezaron a surtir a procesadores en gran escala.



Los dos estudios del CIAT pusieron en claro que para mejorar el manejo de la fertilidad del suelo, especialmente mediante la introducción de un nuevo cultivo como la soya, es necesario hacer un esfuerzo importante, tanto para incrementar la producción como para fortalecer los vínculos de los agricultores con los mercados.

Un Servicio Pionero de Información sobre Suelos para África

En el 2009, los investigadores del CIAT emprendieron una iniciativa innovadora —los Servicios de Información sobre Suelos Africanos (AfSIS)— la cual permitirá hacer una proyección mucho mejor del MIFS, el aprovechamiento de aguas y otras prácticas que pueden mejorar la eco-eficiencia a través de los diversos paisajes agrícolas de ese continente.

Financiado por la Fundación Bill y Melinda Gates (BMGF) y la Alianza para una Revolución Verde en África (AGRA), el proyecto de AfSIS forma parte de un esfuerzo más grande que busca crear un mapa digital mundial de suelos. Según un artículo publicado recientemente en la revista *Science*, un mapa de este tipo “es esencialmente una base de datos espacial

de propiedades del suelo, basada en el muestreo estadístico”. La distribución espacial de las propiedades, las cuales se miden en el laboratorio, se determina con base en el muestreo en el campo, explican los autores.

En el caso de AfSIS, que cubre un área de unos 18.1 millones de kilómetros cuadrados, este muestreo está siendo llevado a cabo por equipos de encuesta en 60 de los llamados “paisajes centinela”. Estas localidades, que miden, cada una, 100 kilómetros cuadrados, representan la variabilidad de toda el área del proyecto en cuanto a clima, topografía y vegetación. Con base en los datos recopilados en los paisajes centinela, el mapa digital estará en la capacidad de calcular con precisión las propiedades de los suelos en las localidades no muestreadas.

Dentro de unos 4 años, AfSIS debe estar generando información actualizada de alta resolución sobre propiedades clave del suelo, como profundidad, textura y contenido de materia orgánica. También proporcionará herramientas útiles que se basan en dicha información, por ejemplo un índice de degradación de la tierra o fertilidad del suelo.

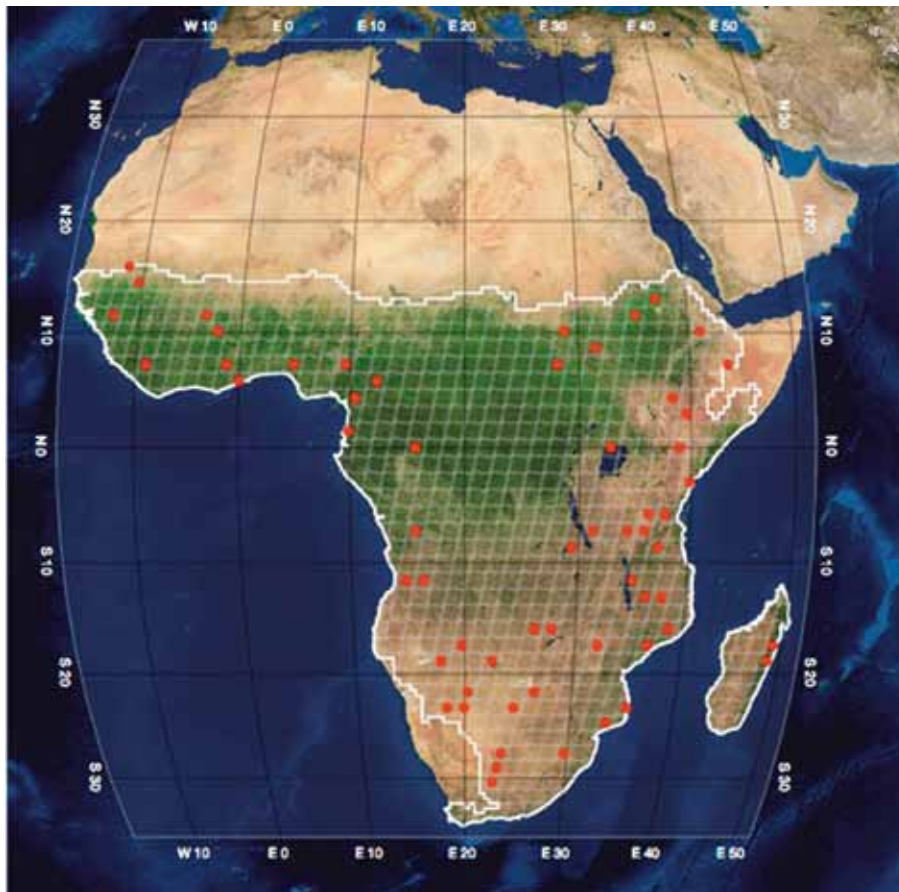


En la medida en que el mapa digital de suelos vaya tomando forma, los investigadores añadirán otra importante característica, que involucra la entrega de recomendaciones de manejo del suelo para localidades específicas, con base en resultados de investigación recientes. Para esta finalidad, el proyecto llevará a cabo ensayos de diagnóstico en sitios dentro de los paisajes centinela, encaminados a especificar las principales limitaciones de los suelos, por ejemplo las deficiencias nutricionales. Luego, realizará ensayos agronómicos para validar las mejores opciones para el MIFS determinadas mediante las investigaciones anteriores. Los resultados tomarán en cuenta las diversas condiciones económicas y sociales que influyen la adopción de esas tecnologías.

En el primer año del proyecto, los investigadores han elaborado y probado metodologías, tales como los protocolos para las encuestas de campo y los ensayos de diagnóstico, y han logrado

poner en marcha la recopilación de los análisis de datos. El producto final de sus actividades será una herramienta imprescindible para el manejo de suelos, proporcionando información confiable a asociaciones de agricultores, servicios de extensión, investigadores y otros usuarios en todo el continente africano, acerca del tipo y la cantidad de insumos que se necesitan, con base en el estado real del suelo.

AfSIS debe dar un enorme impulso a los esfuerzos para detener la degradación del suelo en África, lo cual está rápidamente minando servicios ecosistémicos esenciales, tales como la producción de alimentos, el ciclo hidrológico y la conservación de la biodiversidad. La demanda de estos servicios aumentará dramáticamente en las próximas décadas, en la medida en que se duplica la población de África. La reversión de la degradación del suelo es, por lo tanto, uno de los imperativos más apremiantes del continente.



Con base en los datos recopilados en los paisajes centinela, el mapa digital estará en la capacidad de calcular con precisión las propiedades de los suelos en las localidades no muestreadas.



América Latina y el Caribe: Tierra Fértil para la Eco-Eficiencia

En el 2009, el Programa de Análisis de Políticas (DAPA) del CIAT, junto con varios socios, entregó un cúmulo considerable de información, reflejando el profundo análisis de las implicaciones del cambio climático para Colombia.

La región anfitriona del CIAT, con su rico patrimonio de recursos y amplia experiencia de desarrollo, es tierra fértil para la investigación orientada a lograr la eco-eficiencia en la agricultura. El Centro sigue un enfoque eco-regional en su investigación para América Latina y el Caribe (ALC), el cual abarca cultivos importantes, así como el manejo de los recursos naturales en los ambientes agrícolas clave. La agenda del CIAT para dicha investigación, formulada con base en consultas recientes con una amplia gama de organizaciones socias, armoniza estrechamente las prioridades de la región, al tiempo que complementa los esfuerzos del Centro en África al sur del Sahara y el sudeste asiático.

Significado del Cambio Climático para la Agricultura en Colombia

Las variedades mejoradas de cultivos y las prácticas mejoradas no trascienden a una agricultura eco-eficiente en todo un país o eco-región, a menos que su desarrollo y difusión sean apoyados por políticas apropiadas y decisiones estratégicas. En el

2009, el Programa de Análisis de Políticas (DAPA) del CIAT, junto con varios socios, entregó un cúmulo considerable de información, reflejando el profundo análisis de las implicaciones del cambio climático para Colombia. Los resultados ya han probado ser valiosos para el gobierno colombiano, puesto que ya se están diseñando políticas nacionales para afrontar este reto.

El análisis se realizó en coordinación con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y otros. El análisis indica que la agricultura es gran parte del problema del cambio climático, pero que también puede figurar de manera destacada en los esfuerzos del país para hacerle frente.

La agricultura representa cerca del 45% de las emisiones totales anuales de gases de efecto invernadero de Colombia. Otro 9% proviene de la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra, que se accionan en

gran medida por la expansión agrícola. Las dos fuentes más grandes de emisiones directas de la agricultura son el metano del ganado, que contribuye casi el 37%, y las emisiones de óxido nitroso del manejo ineficiente de la fertilidad del suelo, que suma un poco más de 34%.

Varias tecnologías agrícolas muestran potencial para reducir dichas emisiones, al tiempo que impulsan la productividad. Entre las opciones más promisorias están los cambios en los regímenes alimenticios del ganado; la adopción de la labranza mínima en la producción de algodón, maíz, caña de azúcar y otros cultivos; y el desarrollo de proyectos bajo nuevos mecanismos que ofrecen pago a cambio de la captura de gases de efecto invernadero o la reducción de sus emisiones mediante mejores prácticas agrícolas, tales como la agrosilvicultura.

Mientras se ayuda a mitigar el cambio climático, el sector agropecuario colombiano también necesitará mucha ayuda para adaptarse a sus impactos, los cuales afectarán a la mayoría de los cultivos del país, pero especialmente a los cultivos perennes, que cubren más del 60% del área cultivada. Se puede esperar que se reduzcan los nichos apropiados para el café, las frutas tropicales, el cacao y otros cultivos, como resultado del cambio de temperatura. Igualmente, la mayor precipitación causará daños en las principales áreas de producción, por ejemplo, al acelerar la erosión del suelo en la Zona Andina y al aumentar las inundaciones a lo largo de las costas del Caribe y del Pacífico.

Aún hay tiempo y mucho campo de acción para reducir la vulnerabilidad de la agricultura colombiana, siempre y cuando se haga una inversión significativa en la evaluación de impacto, la investigación y la transferencia de tecnologías. A corto plazo, es imperativo que los pequeños agricultores tengan nuevas opciones para el manejo de riesgos, específicamente seguros agrícolas y ganaderos.



Claves para una Producción Competitiva de Frutas Tropicales

En ALC se producen más de 1,100 especies de frutas comestibles, muchas de ellas para mercados crecientes, bien establecidos. La rica variedad de frutas tropicales de la región constituye una de las opciones más prometedoras para aumentar los ingresos en zonas rurales, mejorar la salud humana y la sostenibilidad ambiental de sistemas agrícolas.

La obtención de esos beneficios requiere de investigación orientada a lograr una producción eco-eficiente, que proporcione a los pequeños agricultores una base sólida para competir en mercados nacionales e internacionales. Dos proyectos adelantados por el Programa de Frutas Tropicales del CIAT durante el 2009 demuestran particularmente bien la manera en que una investigación de este tipo puede contribuir.

El primer proyecto trata la identificación de germoplasma de aguacate (*Persea americana* Mill.) con resistencia a la enfermedad de la pudrición radical, una grave amenaza para la producción en Colombia, y que es causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*. Los clones resistentes, al proporcionar una garantía

Se puede esperar que se reduzcan los nichos apropiados para el café, las frutas tropicales, el cacao y otros cultivos como resultado del cambio de temperatura.

Clones resistentes a enfermedades también permitirían a los agricultores reducir los tratamientos químicos, disminuir los costos de producción y los riesgos para la salud, mientras ofrecen un producto más aceptable para los mercados especializados locales o hasta para compradores internacionales.



de que los árboles sembrados han sido injertados en patrones de resistencia conocida a enfermedades, reducirían el riesgo de los agricultores de sufrir pérdidas económicas, incluyendo la pérdida completa de árboles solamente unos pocos años después de la siembra. Tales clones también permitirían a los agricultores reducir los tratamientos químicos, disminuir los costos de producción y los riesgos para la salud, mientras ofrecen un producto más aceptable para los mercados especializados locales o hasta para compradores internacionales.

En busca de germoplasma resistente, los científicos del CIAT, trabajando en colaboración con Corpoica y un vivero privado, visitaron plantaciones infectadas en todo el país, donde identificaron un número de “excepciones”, o sea, árboles vigorosos que no mostraban síntomas de enfermedad. Al mismo tiempo, los investigadores desarrollaron una tecnología eficaz para la propagación clonal de patrones resistentes. Actualmente, varios clones resistentes están siendo sometidos a evaluaciones adicionales.

En un segundo proyecto, los científicos del CIAT están estudiando la factibilidad de derivar bioetanol de fruta de desecho de plátano o banano (*Musa spp.*) en dos sistemas de producción contrastantes. Un sistema consta de plantaciones de café costarricenses, donde el plátano se cultiva principalmente para dar sombra a los cafetos más que para fines comerciales. En este caso, el bioetanol puede producirse de dos fuentes: (1) la pulpa de café, que es un contaminante pero también una fuente excelente de biomasa y (2) el plátano, que complementaría a la pulpa de café altamente estacional, ayudando a mantener la producción de bioetanol durante todo el año y proporcionando una nueva fuente muy necesaria de ingresos. El segundo sistema trata el monocultivo del plátano en Ecuador.

Con base en los datos recopilados por medio de entrevistas con agricultores, los investigadores identificarán los requisitos para una cadena de producción de bioetanol que sea económica, social y ambientalmente sostenible.

Lograr una Buena REDD en la Amazonia

Uno de los desarrollos recientes más prometedores en las negociaciones internacionales sobre el clima es la firme decisión de incluir la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (REDD) en un nuevo acuerdo sobre el clima. La idea es dar incentivos financieros para la REDD a países en desarrollo que poseen áreas significativas de bosques tropicales, en reconocimiento del valor del carbono almacenado en estos bosques.

Gran parte del esfuerzo investigativo se enfoca ahora en la implementación de la REDD, mientras se conserve también la biodiversidad, mediante esquemas que incluyen el pago por servicios ambientales (PSA). Si se implementan de manera eficaz y equitativa, los esquemas de PSA podrían generar beneficios económicos considerables para las comunidades rurales que dependen de los bosques como medio de vida.

Dichos esfuerzos son muy urgentes en la Amazonia debido a sus vastas reservas de carbono y sus significativas emisiones de éste, sus ricas reservas de biodiversidad y su pobreza rural generalizada. A nivel mundial, la deforestación y la degradación de los bosques, que son promovidas en gran medida por la expansión agrícola, representan casi el 20% de las emisiones

de gases de efecto invernadero, ocupando el segundo lugar detrás del sector energético.

En el 2009, el Ministro de Medio Ambiente del Brasil emprendió un estudio clave que abordaba la compleja pregunta de cómo incorporar los esquemas de PSA en la estrategia general del país para implementar la REDD. El Ministerio del Medio Ambiente endosó firmemente el estudio, citándolo como la base para un proyecto de ley nacional que pronto será aprobado por el congreso brasileño. Los científicos que trabajaban en el marco del Programa de Investigación Eco-regional Amazónico, que el CIAT auspicia en nombre del CGIAR, contribuyeron de manera importante a este estudio.

El estudio, también con la participación de científicos del Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR) y el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF), así como la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), examinó los esquemas en curso de PSA en todo el mundo, identificando no sólo oportunidades para Brasil de implementar dichos esquemas sino también limitaciones. Para evaluar la factibilidad del PSA, los investigadores hicieron cálculos espaciales específicos de sus costos de oportunidad.

El estudio llegó a la conclusión de que, a los precios actuales de carbono, el PSA

Los científicos que trabajaban en el marco del Programa de Investigación Eco-regional Amazónico, que el CIAT auspicia en nombre del CGIAR, contribuyeron de manera importante a este estudio.



Las áreas más prometedoras son aquellas donde los retornos a la extracción de madera son bajos y donde la producción pecuaria extensiva y la agricultura de tumba y quema son los usos de tierra predominantes.

podría compensar por más de la mitad de la futura pérdida de bosques para el 2016, basado en las tasas históricas de deforestación en la Amazonia. Las áreas más prometedoras son aquellas donde los retornos a la extracción de madera son bajos y donde la producción pecuaria extensiva y la agricultura de tumba y quema son los usos de tierra predominantes. Los investigadores advirtieron, sin embargo, que aun donde los costos de oportunidad para los PSA son favorables, la falta de derechos bien definidos de tenencia de la tierra representa un obstáculo importante para la implementación en gran escala.

Un estudio relacionado, solicitado por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp) del Ministerio del Ambiente de Perú, para examinar la factibilidad del PSA para la

conservación de bosques en la Amazonia peruana también dio resultados favorables. El estudio encontró que, para casi la mitad de la deforestación anual en esta región, los ingresos netos resultantes podrían compensarse con pagos equivalentes a los precios promedios para créditos de carbono en mercados voluntarios.

Se calculó el valor mínimo de las transferencias necesarias para reducir a la mitad la deforestación durante 10 años consecutivos en alrededor de US\$540 millones. Para el usuario promedio de tierras en la región, esto daría lugar a pagos anuales de \$231 por hectárea de deforestación evitada. El estudio también revela que se pueden diseñar incentivos para conservación tipo PSA de acuerdo con la legislación nacional.

Demanda Creciente de Métodos Participativos con los Agricultores

Mucha de la experiencia en el CIAT y en otros centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) ha demostrado el valor de los métodos sensibles al género para incluir a los agricultores en la investigación sobre el mejoramiento de cultivos y el manejo de los recursos naturales.



La necesidad de tales métodos sólo puede aumentar en la medida en que nuevos retos, especialmente el cambio climático, requieren que los agricultores adapten sus prácticas a nuevas condiciones y demandas. Las presiones sobre las mujeres serán significativamente grandes, ya que muchas de ellas cultivan en áreas marginales vulnerables. En el trabajo con agricultores para crear estrategias de adaptación, los métodos participativos serán fundamentales para aprovechar el conocimiento autóctono único en su género que la población rural ha acumulado a lo largo de muchos años de experiencia enfrentando climas severos y variables.

Por más de una década, el Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género (PRGA) a nivel del Sistema CGIAR, auspiciado por el CIAT, ha investigado y apoyado el

uso de estos métodos en todos los centros del CGIAR y en muchos de sus organizaciones socias. Por ejemplo, recientemente, el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas (ICARDA) utilizó una pequeña subvención del Programa PRGA para avanzar su trabajo sobre una metodología llamada fitomejoramiento participativo evolutivo. La idea es

colocar poblaciones de cultivos que muestran amplia variabilidad genética en manos de los pequeños agricultores para que el germoplasma pueda evolucionar gradualmente y adaptarse al cambio climático por medio de la exogamia natural y la selección de los agricultores.

El Programa PRGA apoya la investigación orientada hacia el logro de eco-eficiencia, con base en una larga historia de colaboración con los investigadores del CIAT, incluyendo trabajo sobre el desarrollo agroempresarial, la biología y fertilidad de suelos tropicales, y el desarrollo de variedades de frijol. Con la intención de ampliar dicha colaboración, enfocándose particularmente en ALC, el Programa está adoptando medidas para estimar la demanda de capacitación y apoyo metodológico entre los investigadores del CIAT.

Un Nuevo Nicho para el Parque Científico Agronatura

Con la intención de crear alianzas más fuertes en su país y región sede, este año el CIAT incorporó al Parque Científico Agronatura en su enfoque eco-regional para América Latina y el Caribe (ALC). Durante la última década, el Parque ha proporcionado una plataforma en la sede del Centro para promover las alianzas con organizaciones que compartan la misión del CIAT para reducir el hambre y la pobreza, y mejorar la salud humana en los trópicos mediante una investigación que aumente la eco-eficiencia de la agricultura.

El nuevo acuerdo tiene como finalidad fortalecer los vínculos con miembros actuales de Agronatura y atraer nuevos miembros en un esfuerzo más amplio para comprender la visión de una agricultura eco-eficiente en Colombia y ALC. Algunas de las instituciones que se afiliaron recientemente al Parque son las siguientes:

- FUNDACIAT, una organización colombiana independiente sin fines de lucro, que se centrará principalmente en vincular la investigación con el desarrollo mediante proyectos de transferencia de tecnología y conocimiento, llevados a cabo con el sector privado y los servicios de extensión gubernamentales.
- La Corporación para el Desarrollo Empresarial Rural (Coder), que fue creada por ex funcionarios del CIAT para continuar con los proyectos de desarrollo empresarial rural que estaban siendo ejecutados por el anterior Proyecto de Desarrollo Agroempresarial Rural. Su misión es facilitar la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo rural con enfoque empresarial y de mercado. También promueve una mayor orientación empresarial y de mercado por parte de las organizaciones de pequeños productores rurales y sus respectivas entidades de apoyo.

Miembros Institucionales de Agronatura

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt):

Corporación civil sin fines de lucro, vinculada al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. El Instituto tiene un mandato público de realizar investigación básica y aplicada sobre los recursos genéticos de la flora y la fauna nacionales, y levantar y formar el inventario científico de la megadiversidad biológica encontrada en este país.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA):

Entidad pública del orden nacional, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. El ICA trabaja en las áreas de sanidad agropecuaria y la inocuidad en la producción primaria para proyectar los negocios del agro colombiano al mundo.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña):

Organización privada sin fines de lucro. Su misión es contribuir al desarrollo de un sector competitivo de

caña de azúcar por medio de la investigación, la transferencia de tecnología y el suministro de servicios especializados. La meta es lograr y mantener la excelencia para que el sector pueda desempeñar un papel sobresaliente en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología (Corporación BIOTEC):

Pertenece al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Realiza su trabajo en biotecnología dentro de esquemas de construcción social con el fin de generar valor a los sectores agrícola, agroindustrial y bioindustrial por medio de cadenas de valor en las áreas de investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías.

Corporación para el Desarrollo Empresarial Rural (Coder):

Su misión es facilitar la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo rural con enfoque empresarial y de mercado. También promueve una mayor orientación empresarial y de mercado por parte de las organizaciones de pequeños

productores rurales y sus respectivas entidades de apoyo.

Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola (Fidar):

Organización no gubernamental que promueve la conservación y el uso sostenible de recursos genéticos, la soberanía y la seguridad alimentaria, y el uso de tecnologías y prácticas agrícolas que benefician la competitividad de los pequeños y medianos agricultores de Colombia, en armonía con el ambiente.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar):

Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, Invemar realiza investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos. Su meta es el manejo sostenible de los recursos, la recuperación del medio ambiente marino y costero, y el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Una Visión General del CIAT

Misión

Reducir el hambre y la pobreza y mejorar la salud humana en los trópicos mediante una investigación que aumente la eco-eficiencia de la agricultura.

Visión

El CIAT aprovechará sus competencias científicas clave para lograr un impacto significativo en los medios de vida de la población de escasos recursos en el trópico. Se realizará investigación interdisciplinaria y aplicada a través de alianzas de investigación con programas nacionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado, para producir bienes públicos internacionales que son directamente pertinentes a sus usuarios. Estos productos incluyen germoplasma mejorado, tecnologías, metodologías y conocimientos.

Valores

- **Orientación para lograr un impacto**
Las investigaciones y actividades relacionadas están impulsadas por la demanda y se les hace seguimiento y evaluación para determinar su impacto social y ambiental, al igual que su pertinencia.
- **Integridad científica**
Las investigaciones se realizan con integridad y transparencia, de acuerdo con una agenda social y ambientalmente responsable.
- **Innovación, creatividad, diversidad y aprendizaje continuo**
Se buscan enfoques innovadores hacia las actividades de investigación y organización al aprovechar diversidades culturales y de género, y al aplicar enfoques efectivos para la participación del conocimiento y el aprendizaje.

Resultados Financieros para el 2009

Los ingresos aumentaron en US\$1.8 millones, o sea, el 4%; de \$47.1 millones en el 2008 a \$48.9 millones en el 2009. El CIAT continúa avanzando hacia la estabilidad financiera y ha logrado un excedente de \$2.2 millones en el 2009, en comparación con \$0.9 millones en el 2008. Su activo neto, con la exclusión del capital invertido en activos fijos, aumentó de \$4.5 millones en el 2008 a \$6.8 millones en el 2009. Una vez más, la operación de cobertura corporativa de riesgos financieros resultó valiosa al proteger la tasa de cambio presupuestal del 2009 en el mercado monetario colombiano, el cual es extremadamente volátil. El CIAT, en cumplimiento con las políticas contables y de presentación de informes internacionales, informa sobre las variaciones temporales en los riesgos de la moneda.

Las reservas operativas, expresadas en días de gastos operativos diarios, han alcanzado los 56 días en el 2009, en comparación con el nivel bajo de sólo 18 días en el 2006. Sin embargo, para alcanzar la meta del CGIAR de 75 a 90 días se necesitarán compromiso y gestión continuos, énfasis en la movilización de recursos, manejo estricto de costos y gastos, y el compromiso permanente con el proceso de "Recuperación de Costos Totales" implementado en el 2008. Compatible con los métodos contables utilizados en el 2008, la variación temporal de la operación de cobertura corporativa de riesgos financieros no está incluida en el cálculo de las reservas operativas. La recuperación de costos indirectos ha aumentado de US\$3.7 millones en el 2008 a \$4.1 millones en el 2009, lo que representa una tasa de recuperación del 80%. La recuperación de costos directos alcanzó los \$4.2 millones en el 2009, que representa el 81% de los costos directos totales.

Los fondos sin restricción, en comparación con los ingresos totales, aumentaron levemente en US\$1.4 millones. Sin embargo, los fondos autogenerados disminuyeron en \$0.8 millones, para un total de \$1.2 millones, principalmente como resultado de las bajas tasas de interés en todo el mundo.

De acuerdo con las nuevas Direcciones Estratégicas y el Plan de Negocios integral desarrollado en el 2009, el CIAT organizó sus actividades de investigación alrededor de tres Áreas de Investigación y 11 Programas de Investigación e Iniciativas.

Un nuevo Jefe de Finanzas se vinculó al CIAT en febrero de 2009. La Oficina de Gestión de Subvenciones, con sus dos funciones de Gestión de Contratos y de Planeación Financiera y Presentación de Informes de Proyectos, está ahora plenamente integrada a la Unidad de Finanzas. El CIAT ha iniciado un plan de recuperación y renovación de su infraestructura. Por ejemplo, se transformó la anterior área de Artes Gráficas en un laboratorio de biotecnología. En total, el 65% de las inversiones de capital se destinaron a la investigación, el 25% a servicios de investigación y el 10% a la renovación de la infraestructura en el área administrativa.

Perspectivas Financieras para el 2010

Se espera que la forma en que operen los Centros de Investigación del CGIAR en el futuro cambie significativamente como resultado de la transformación que está ocurriendo a nivel del Sistema y en respuesta a la creación del Consorcio del CGIAR. El CIAT está haciendo planes para una transición en el 2010 y el 2011, pero está logrando un ambiente estable con respecto al financiamiento de proyectos y, en particular, con respecto a los ingresos no restringidos de los donantes del presupuesto básico. El presupuesto para el 2010 aprobado por la Junta está basado en ingresos totales levemente superiores a los US\$51 millones, y se planean reservas netas, expresadas en días de gastos operativos diarios, que estén dentro del alcance del rango ordenado por el

CGIAR. Ahora parece que el peso colombiano seguirá su tendencia de fortalecerse en relación con la moneda estadounidense y, por tanto, presentará retos continuos de planificación financiera y operativa para el Centro.

Declaración de la Situación Financiera del CIAT

31 de diciembre para los años 2009 y 2008
(en miles de US\$)

	2009	2008
Activos		
Total activos corrientes	36,582	37,770
Total activos no corrientes	5,446	5,599
Total activos	42,028	43,369
Pasivos y activos netos		
Total pasivos corrientes	27,549	34,261
Total pasivos no corrientes	1,603	1,170
Total pasivos	29,152	35,431
Total activos netos sin restricción	12,876	7,938
Total pasivos y activos netos	42,028	43,369

Balance de Actividades del CIAT

31 de diciembre para los años 2009 y 2008
(en miles de US\$)

	2009	2008
Subvenciones	47,682	42,605
Apoyo al Plan de Transición	-	2,521
Otros ingresos y ganancias	1,182	1,933
Total ingresos y ganancias	48,864	47,059
Gastos relacionados con los programas	45,622	39,756
Gastos administrativos y generales	4,504	7,260
Otras pérdidas y gastos	605	327
Subtotal de gastos y pérdidas	50,731	47,343
Recuperación de costos indirectos	(4,077)	(3,665)
Total gastos y pérdidas	46,654	43,678
Excedentes operativos de actividades ordinarias	2,210	3,381
Ítems extraordinarios		
Costos del Plan de Transición	-	(2,521)
Excedentes netos	2,210	860
Gastos operativos por clasificación natural		
Costos del personal	22,578	19,661
Suministros y servicios	12,678	12,935
Costos de colaboradores y alianzas	10,258	8,971
Viajes operativos	2,925	3,788
Depreciación de activos fijos	2,292	1,988
Recuperación de costos indirectos	(4,077)	(3,665)
Total gastos operativos netos	46,654	43,678

Junta Directiva

El CIAT se complace en anunciar que el Dr. Juan Lucas Restrepo, ciudadano colombiano, es el nuevo Presidente de la Junta, a partir de enero de 2010. Su nombramiento fue confirmado en la reunión de la Junta celebrada en noviembre de 2009. El Dr. Restrepo será apoyado por el Dr. Gordon MacNeil, Vicepresidente de la Junta, hasta diciembre de 2010.

Juan Lucas Restrepo
(Presidente de la Junta)
Gerente Comercial
Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Colombia

Gordon MacNeil
(Vicepresidente)
XCG International Consulting Group, Inc.
Canadá

Emilia Boncodin⁺
Profesora de Administración Pública
Universidad de Filipinas
Filipinas

Anthony Cavalieri
Consultor privado
Estados Unidos

Fina Opio
Jefe del Programa de Cultivos Básicos
Asareca
Uganda

Pietro Veglio
Profesor del Programa de Maestría
Universidad de San Gallen
Suiza

Luis Fernando Vieira
Consultor privado
Brasil

Ex officio

Ruben G. Echeverría
Director General del CIAT
Uruguay

Andrés Fernández
Ministro
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia
Colombia

⁺ Lamentablemente, Emilia Boncodin falleció en el momento de la impresión de este informe.

Arturo E. Vega
Director Ejecutivo
Corpoica
Colombia

Moisés Wasserman
Rector
Universidad Nacional
Colombia

Se pueden encontrar detalles adicionales sobre los miembros de la Junta en: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/junta.htm

Donantes

El CIAT recibe recursos financieros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) o para proyectos específicos, de diferentes países y organizaciones. El Centro también recibe fondos para servicios de investigación y desarrollo que se prestan, bajo contrato, a un número creciente de clientes institucionales.

Estas contribuciones permiten al CIAT mantener una continuidad en sus actividades de investigación; fortalecer sus alianzas científicas con socios nacionales, regionales y globales; mejorar las formas de llegar a los usuarios y crear dos plataformas regionales de biotecnología y capacitación.

El CIAT reconoce con gratitud el compromiso y la confianza de los donantes, según lo expresado con sus contribuciones y apoyo. A continuación se presenta una selección de la lista completa de donantes para el 2009 que se encuentra en: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/donantes.htm

Alemania

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

Australia

Centro Australiano para la Investigación Agrícola Internacional (ACIAR)

Austria

Agencia Austriaca para el Desarrollo (ADA)
Banco Mundial

Bélgica

Cooperación Belga para el Desarrollo (DGDC)

Canadá

Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI)
Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC)

Colombia

Más Inversión para el Desarrollo Alternativo Sostenible (Programa MIDAS)
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Comisión Europea

España

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

Estados Unidos

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
Alianza para Bosques
CH2M Hill, Inc.
Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
Fundación Bill y Melinda Gates
National Starch
Red Ciudadana para Asuntos Extranjeros (CNFA)
RiceTec, Inc.

Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)

Foro para la Investigación Agrícola en África (FARA)

Francia

Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)
Ministerio de Alimentos, Agricultura y Pesca de Francia

Holanda

Fondo Común para los Productos Básicos (CFC)
Universidad Agrícola de Wageningen

Italia

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)
Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos

Japón

Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas del Japón (JIRCAS)
Fundación Nippon
Ministerio de Relaciones Exteriores del Japón (MOFA)

Kenya

Alianza para una Revolución Verde en África (AGRA)

Noruega

Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD)

Nueva Zelandia

Agencia de Ayuda Internacional y Desarrollo de Nueva Zelandia (NZ Aid)

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

Programa de Reto de Generación (GCP)

Reino Unido

Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID)

Suecia

Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI)

Suiza

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

Tailandia

Instituto Tailandés para el Desarrollo de la Yuca (TTDI)

Socios

Un componente clave en la implementación de las Direcciones Estratégicas del CIAT son los socios y su fortalecimiento. El CIAT aprovecha esta oportunidad para agradecer sinceramente a todos los institutos nacionales de investigación agrícola, universidades, institutos de investigación avanzada, otros centros del CGIAR, ONG, el sector privado y organizaciones de agricultores, por su confianza, compromiso y apoyo durante el 2009.

Entre otros socios estratégicos, en ALC el CIAT trabaja en colaboración con Embrapa, Foragro, Fontagro, CATIE y CIRAD.

El CIAT participa en los siguientes Programas de Reto del CGIAR: Agua y Alimentos, Generación, HarvestPlus, África al sur del Sahara y Cambio Climático.

Se puede acceder a una lista de socios, organizada alfabéticamente, junto con sus enlaces, en: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/socios.htm

Premios

Premio FESCO, otorgado por la Fundación para la Promoción de la Contribución Social (Japón) a Kazuo Kawano y Reinhardt Howeler por su contribución al mejoramiento de los medios de vida de los agricultores de yuca en Tailandia, Vietnam, China e Indonesia, mediante la investigación que hacen en yuca y el trabajo directo con los agricultores.

Premio al Mejor Póster, Semana Mundial del Agua 2009, organizada por el Instituto Internacional de Aguas de Estocolmo (SIWI) a Aracely Castro, en nombre del CIAT y sus socios, por la presentación del póster "Mejoramiento de la eficiencia de uso del agua de lluvia en las laderas del trópico sub-húmedo: Beneficios agrícolas y ambientales del sistema Quesungual".

Premio IFAR 2009, otorgado a Jeremiah Mosioma Okeyo (Kenya) para continuar su investigación sobre el efecto de la labranza de conservación a largo plazo (i.e., labranza reducida o labranza cero) en las propiedades físicas del suelo en condiciones experimentales en los trópicos subhúmedos.

Premio IFAR 2009, otorgado a Marie-Chantal Niyuhire (Burundi) para continuar su investigación sobre la documentación de la disseminación y adopción de variedades mejoradas de frijol con base en encuestas de hogares en zonas rurales y estudios de mercado.

Premio Internacional Ebbe Nielsen a Andy Jarvis en reconocimiento de su trabajo innovador para predecir y prevenir los efectos del cambio climático en la agrobiodiversidad.

Se puede acceder a una lista completa de premios recibidos por personal del CIAT en: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/premios.htm

Publicaciones

En el 2009, los investigadores del CIAT nuevamente publicaron ampliamente, con 137 artículos en revistas internacionales acreditadas y otros 218 documentos en otras fuentes. Se puede acceder a una lista de éstos y otros documentos publicados en los últimos 10 años en: http://webapp.ciat.cgiar.org/biblioteca/biblioteca_es/articulos2009.htm

También se puede recuperar una colección de más de 13,000 documentos publicados por los investigadores del CIAT durante los 43 años de existencia del Centro, a través del catálogo electrónico de la biblioteca del CIAT en: http://ciat.catalog.cgiar.org/ciat_bibliografia.htm

Fortalecimiento de Capacidades

Más de 1,000 investigadores y profesionales se han beneficiado de las oportunidades de capacitación apoyadas por el CIAT durante el 2009. Cerca de 850 profesionales participaron en cursos especializados. Durante el año, se realizó un curso en 10 departamentos diferentes de Colombia, con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que benefició a 728 cultivadores y especialistas en frutas tropicales colombianas. Casi 150 estudiantes llevaron a cabo sus trabajos de investigación a nivel de pregrado, maestría y doctorado. Al menos 70 personas, principalmente profesionales de mitad de sus carreras, aprovecharon oportunidades individualizadas de especialización bajo la supervisión de los investigadores del CIAT.

La primera estudiante de Educación a Distancia del CIAT culminó exitosamente su Maestría en Ciencias Ambientales en la Universidad de Florida y se ha convertido en líder de un proyecto sobre pago por servicios ambientales.

Las actividades de capacitación en África y Asia crecen rápidamente en número e importancia, y ahora están siendo compiladas y reportadas de forma más sistemática. Sin embargo, como era de esperarse, el país anfitrión del CIAT es el que más se ha beneficiado de las oportunidades generales de capacitación, con casi 6,000 investigadores y profesionales capacitados en las últimas 4 décadas (50% de todos los pasantes).

Muchos de estos eventos de capacitación han sido posibles por el apoyo financiero de entidades nacionales como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Colciencias, Icetex, Corpoica, federaciones y centros de investigación nacionales, y organizaciones internacionales con sede en Colombia.

Fortalecimiento de Capacidades

Profesionales capacitados en la sede del CIAT, en África y en Asia, 1967–2009

Capacitación	Participantes (No.)			
	1967–2008	Año 2009		
		Sede	África	Asia
Por modalidad				
Grupo				
Multidisciplinario y cursos especializados	5,339	802	8	36
Curso especializado de aprendizaje a distancia	22	2		
Especialización individualizada	3,952	66	2	2
Trabajo de tesis para optar:				
Título de pregrado	726	44	2	1
Título de maestría	345	32	29	2
Título de doctorado	308	8	26	1
Total	10,692	954	67	42
Por región (según país de origen)				
América Latina y el Caribe (excluyendo Colombia)	4,625	27		
Colombia	4,928	891		
África y Asia	542	14	67	42
Europa	397	18		
América del Norte	200	4		
Total	10,692	954	67	42

Personal* y Oficinas** del CIAT

Equipo Directivo

Ruben G. Echeverría, Director General
 Robin Buruchara, Coordinador Regional para África,
 Coordinador de PABRA (Uganda)
 Albin Hubscher, Director General Adjunto de Servicios
 Corporativos
 Rod Lefroy, Coordinador Regional para Asia (RDP de Laos)
 Nteranya Sanginga, Director Área de Investigación en Fertilidad
 de Suelos Tropicales (Kenya)
 Joseph Tohme, Director Área de Investigación en
 Agrobiodiversidad

Área de Investigación en Agrobiodiversidad

Joseph Tohme, Director del Área de Investigación

Líderes de programa

Stephen Beebe, Programa de Frijol
 Hernán Ceballos, Programa de Yuca

Daniel Debouck, Programa de Recursos Genéticos
 César P. Martínez, Programa de Arroz
 Michael Peters, Programa de Forrajes Tropicales

Investigadores

Elizabeth Álvarez, Fitopatóloga, Yuca, Forrajes Tropicales,
 Frutas Tropicales
 Tin Maung Aye, Bioquímico Agrícola, Yuca (Tailandia)
 Sarah Ayling, Bioinformática
 Luis Augusto Becerra, Biólogo Molecular, Yuca
 Matthew Blair, Fitomejorador y Genetista Molecular, Frijol
 Marc Châtel, Fitomejorador, Arroz
 Rowland Chirwa, Mejorador de Frijol, Frijol (Malawi)
 Luciano de Campos Carmona, Especialista en Producción de
 Arroz, FLAR
 Beata Dedicova, Bióloga, Yuca
 Dominique Dufour, Especialista en Bromatología, Yuca,
 Frutas Tropicales
 Keith Fahrney, Agrónomo, Yuca (RDP de Laos)
 Gerardo Gallego, Jefe de Laboratorio, Unidad de Biotecnología

* A partir de diciembre de 2009, solamente se indican los países para personas que trabajan fuera de Colombia.

** Acrónimos utilizados:

CLAYUCA: Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca; DAPA: Programa de Análisis de Políticas;
 FLAR: Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego; MIFS: Programa de Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo; MST: Programa de Manejo
 Sostenible de la Tierra; PABRA: Alianza Panafricana de Investigación en Frijol; PRGA: Programa de Investigación Participativa y Análisis de Género a
 nivel del Sistema CGIAR; SADU: Desarrollo de Pequeñas Agroempresas en las Tierras Altas de la RDP de Laos y Vietnam.

Cecile Grenier, Científica, Arroz
Henrius Hendrickx, Coordinador, Entrega de Desarrollo de Productos, HarvestPlus (Holanda)
Federico Holmann, Economista Pecuario, Forrajes Tropicales
Manabu Ishitani, Biólogo Molecular, Fríjol, Forrajes Tropicales
Enid Katungi, Economista, Fríjol (Uganda)
Paul Kimani, Mejorador, Fríjol (Kenya)
Mathias Lorieux, Genetista, Unidad de Biotecnología
Brigitte Maass, Agrónoma especializada en Forrajes, Forrajes Tropicales, MIFS (Kenya)
Jean D'Amour Manirere, Director de Cultivos de País, Fríjol, HarvestPlus (Rwanda)
Siriwan Martens, Nutricionista Animal, Forrajes Tropicales
John Miles, Fitomejorador, Forrajes Tropicales
Gloria Mosquera, Patóloga, Fríjol, Arroz
Clare Mukankusi, Mejoradora de Fríjol, Fríjol (Uganda)
Rachel Muthoni, Experta en Seguimiento y Evaluación, Fríjol (Uganda)
Mel Oluoch, Director de Entrega de Productos, HarvestPlus (Tanzania)
Bernardo Ospina, Ingeniero Agrícola y Director Ejecutivo, CLAYUCA
Helena Pachón, Nutricionista Humana, AgroSalud
Soroush Parsa, Entomólogo, Yuca, Forrajes Tropicales
Wolfgang Pfeiffer, Coordinador de Mejoramiento, HarvestPlus
Jagadish Rane, Fisiólogo de Plantas
Idupulapati Rao, Nutricionista de Plantas y Fisiólogo, Fríjol, Forrajes Tropicales
Jean-Claude Rubyogo, Experto en Semillas, Fríjol (Malawi)
Louise Sperling, Antropóloga y Experta en Sistemas de Semilla, Fríjol, Yuca (Tanzania)
Werner Stür, Experto en Forrajes y Sistemas Pecuarios, Forrajes Tropicales (RDP de Laos)***
Edgar Alonso Torres, Mejorador de Arroz, FLAR
Yoshimi Umemura, Bióloga Molecular
Roger Urbina, Especialista en Semillas (Nicaragua)
Rein van der Hoek, Experto en Forrajes, Forrajes Tropicales (Nicaragua)
Alison Wilson, Economista, Forrajes Tropicales (RDP de Laos)
David Wozemba, Especialista en Mercadeo, Fríjol (Uganda)
Gonzalo Zorrilla, Director Ejecutivo, FLAR (Uruguay)

Área de Investigación en América Latina y el Caribe

Ruben G. Echeverría, Director Interino del Área de Investigación

Líderes de programa

Patricia Biermayr-Jenzano, Coordinadora de Programa, PRGA
Alonso González, Programa de Frutas Tropicales
Andy Jarvis, DAPA
César Sabogal, Programa Eco-regional Amazónico (Brasil)

Investigadores

Robert Andrade, Oficial de Evaluación de Impacto, DAPA
Jan Börner, Experto en Servicios Ambientales, Programa Eco-regional Amazónico (Brasil)***

Wanjiku Chiuri, Especialista en Desarrollo Rural y Género, DAPA (Rwanda)
Laure Collet, Analista Espacial y Modelación, DAPA
Simon Cook, Analista Espacial, DAPA***
Andy Farrow, Analista Espacial, DAPA (Uganda)
Sophie Graefe, Agrónoma, Frutas Tropicales
Glenn Hyman, Analista Espacial y de Impacto, DAPA
Peter Laderach, Cambio Climático y Productos de Alto Valor, DAPA
Mark Lundy, Especialista en Mercados, DAPA
Marcela Quintero, Especialista en Servicios Ecosistémicos, DAPA
Carlos Arturo Quirós, Científico Asociado, Cambio Andino
Simone Staiger-Rivas, Experta en Facilitación de Impacto, DAPA
Ana Isabel Vargas, Coordinadora del Parque Científico Agronatura
Tiago Wandschneider, Líder del Equipo SADU en Vietnam (Vietnam)***

Área de Investigación en Fertilidad de Suelos Tropicales

Nteranya Sanginga, Director del Área de Investigación (Kenya)

Líderes de programa

Jeroen Huising, MST (Kenya)
Bernard Vanlauwe, MISF (Kenya)

Investigadores

Eliud Birachi, Economista de Mercados, MIFS (Rwanda)
Jonas Chianu, Socioeconomista, MIFS (Kenya)
Marc Corbeels, Edafólogo y Modelador, MST (Zimbabwe)***
Lulseged Tamene Desta, Edafólogo, MST (Malawi)
Laetitia Herrmann, Biotecnóloga, MIFS (Kenya)
Joyce Jefwa, Microbióloga, MIFS, MST (Kenya)
Wanjiku Kiragu, Administradora de Proyecto, Región de África (Kenya)
Saidou Koala, Edafólogo y Coordinador de la Red Africana, MIFS (Kenya)
Patrick Lavelle, Ecólogo de Suelos, MST
Didier Lesueur, Microbiólogo, MIFS (Kenya)
Nelson Mango, Sociólogo Rural, MST (Zimbabwe)
Elizabeth Lutomia Nambiro, Científica, MST (Kenya)
Martha Nyagaya, Nutricionista Humana, MIFS (Uganda)
Generose Nziguheba, Edafóloga, MIFS, MST (Estados Unidos)
Peter Okoth, Especialista en Extensión, MST (Kenya)
Cheryl Ann Palm, Edafóloga, MIFS, MST (Estados Unidos)
Pieter Pypers, Edafólogo, MIFS (Kenya)
Kristina Roing, Agrónoma, MIFS (Kenya)
Pedro Sánchez, Científico de Suelos, MIFS, MST (Estados Unidos)
Jérôme E. Tondoh, Ecólogo de Suelos, MIFS, MST (Malí)
Markus Walsh, Ecólogo, MIFS, MST (Tanzania)
Shamie Zingore, Edafólogo, MIFS, MST (Kenya)

*** Se retiró a partir del 31 de diciembre de 2009.

Servicios Corporativos

Albin Hubscher, Director General Adjunto
Germán Arias, Oficina Legal
Hesse Edith, Comunicaciones Corporativas y Fortalecimiento de Capacidades
Carlos Meneses, Sistemas de Información
Andrés Palau, Servicios Centrales
Gustavo Peralta, Recursos Humanos
José G. Rodríguez, Finanzas

Oficinas del CIAT

Sede

Apartado Aéreo 6713
Km 17, Recta Cali-Palmira
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
Web: www.ciat.cgiar.org

CIAT-Nicaragua

Residencial San Juan de Los Robles
Casa #303
Apartado Postal LM-172
Managua, Nicaragua
Teléfono: +505 22709965
Fax: +505 22709963
Correos electrónicos: ciatnica@cable.net.ni
m.e.baltodano@cgiar.org

CIAT-Honduras

Apartado Postal #15159
Edificio de DICTA/SAG, Boulevard Centroamérica
2do. Piso, Oficina 225
Tegucigalpa, Honduras
Teléfono: +504 2502624
Correo electrónico: v.escober@cgiar.org

CIAT-África, Oficina Regional Agro biodiversidad

c/o NARO
Coordinación CIAT en África
Kawanda Agricultural Research Institute
13 km Gulu Road
P.O. Box 6247
Kampala, Uganda
Teléfonos: +256 414 567259, 567670 ó 567116
Fax: +256 414 567635
Correos electrónicos: r.buruchara@cgiar.org
ciat-uganda@cgiar.org

CIAT-África, Oficina Regional Fertilidad de Suelos Tropicales

ICRAF Campus
UN Avenue, Gigiri
P.O. Box 30677-00100
Nairobi, Kenya
Teléfonos: +254 20 7224766, 7224755 ó 7224770
Móvil: +254 711 034000
Fax: +254 20 7224763
Correo electrónico: tsbinfo@cgiar.org

CIAT-Asia, Oficina Regional

c/o NAFRI Compound
Dong Dok, Ban Nongviengkham
P.O. Box 783
Vientiane, RDP de Laos
Teléfono: +856 21 770090
Fax: +856 21 770091
Correo electrónico: r.lefroy@cgiar.org

Centros hospedados

Bioversity International
c/o CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia
Teléfonos: +57 2 4450048 ó 4450049
Fax: +57 2 4450096

CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
Teléfono: +57 2 4450025 (oficina)
Fax: +1 650 8336626 (vía Estados Unidos)

Créditos fotos

Archivo CIAT: 13


Neil Palmer (CIAT): Carátula, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 20, 22

Marcos Tito (ICRAF): 21

Bernard Vanlauwe (MIFS): 14, 15







© CIAT 2010
ISSN 2145-1311
Tiraje: 1000
Mayo de 2010

Impresión: Imágenes Gráficas S.A., Cali, Colombia

Coordinación del informe: Edith Hesse y Andrea Carvajal

Asistencia en edición y redacción: Nathan Russell

Traducción al español: Lynn Menéndez

Edición en español: Eduardo Figueroa

Diseño y diagramación: Julio César Martínez

Edición de producción: Gladys Rodríguez

Información sitio web


Donantes del CIAT: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/donantes.htm

Socios del CIAT: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/socios.htm

Publicaciones del CIAT: http://webapp.ciat.cgiar.org/biblioteca/biblioteca_es/articulos2009.htm

Premios CIAT: http://webapp.ciat.cgiar.org/about_ciat/acerca/premios.htm

Acrónimos y abreviaturas utilizados en este informe: http://webapp.ciat.cgiar.org/es/sala_not/informe2009/pdf/acronimos.pdf



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
es una organización sin ánimo de lucro que trabaja para reducir el hambre y
la pobreza y mejorar la salud humana en los trópicos mediante una investigación
que aumente la eco-eficiencia de la agricultura.

El CIAT es uno de los 15 centros que son financiados por los 64 países,
fundaciones privadas y organizaciones internacionales que constituyen el
Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

www.ciat.cgiar.org

ISSN 2145-1311