



informe anual inibap

2004



La diversidad de los **bananos**
y **plátanos** para vivir mejor

Indice



Conciliando la **modernidad** y la **tradicición** 4 para conservar la **diversidad**

Agricultores e investigadores están utilizando una mezcla sutil de conocimientos tradicionales, científicos y de negocios, trabajando juntos en la región de los Grandes Lagos de Africa para utilizar y así conservar una de las más ricas diversidades de banano en el mundo



Cuando **Africa Occidental** se encuentra 10 con **América Latina**

Los más grandes entusiastas del plátano se encuentran en Africa Central y Occidental y en América Latina, dos regiones que tienen enfoques diferentes sobre el cultivo de su alimento preferido. Sin embargo, a medida que crecen los mercados en Africa, los agricultores locales empiezan a usar tecnología desarrollada en América Latina.



Patógeno a **pesar suyo** 14

¿Cómo Usted burla a un virus que depuso sus armas cuando se refugió en el genoma del banano, pero que después ha recobrado inesperadamente su poder para infligir daños a su hospedante? INIBAP se ha unido a un instituto francés de investigación agrícola para descubrirlo.



Trayendo de vuelta un **viejo favorito**, 20 de manera **capitalista**

Una sociedad entre los sectores privado y público, gestionada por INIBAP, está ayudando a los pequeños productores en Luzon a volver a producir su cultivar tradicional favorito, Lakatan, después de una devastadora epidemia.



INIBAP en pocas palabras 25

- La conservación y manejo de la diversidad
- El uso de la diversidad para el mejoramiento genético
- El apoyo a la investigación y desarrollo en las regiones
- El suministro de información
- Publicaciones INIBAP

INIBAP 2004 42

- Junta directiva
- Resumen financiero
- Lista del personal 2004
- Acrónimos y abreviaciones

La misión de la **Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano** (INIBAP) es aumentar la productividad y la estabilidad del banano y el plátano cultivados por pequeños productores para el consumo doméstico y mercados locales y de exportación.

INIBAP tiene cuatro objetivos principales:

- organizar y coordinar un esfuerzo global de investigación sobre banano y plátano para el desarrollo, la evaluación, y la diseminación de cultivares mejorados y para la conservación y utilización de la diversidad de las Musaceas;
- promover y fortalecer los esfuerzos regionales para resolver los problemas específicos de cada región y ayudar los programas nacionales a beneficiarse de y a contribuir con el esfuerzo global de investigación;
- fortalecer la capacidad de los SNIA para conducir investigaciones sobre banano y plátano;
- coordinar, facilitar y apoyar la producción, recopilación y el intercambio de información y de documentación sobre banano y plátano.

INIBAP es una red del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

El **Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos** (IPGRI) es una organización científica internacional independiente que busca el avance en la conservación y uso de la diversidad fitogenética para el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Es uno de los 15 Centros de Futura Cosecha apoyados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), una asociación cuyos miembros provienen de los sectores privado y público los cuales apoyan los esfuerzos para promover los avances de la ciencia con el fin de reducir el hambre y la pobreza, mejorar la nutrición y la salud de las personas y proteger el ambiente. El IPGRI tiene su sede en Maccarese, cerca de Roma, Italia, con oficinas en más de 20 otros países alrededor del mundo. El Instituto opera a través de tres programas: (1) el Programa de Recursos Fitogenéticos, (2) el Programa de Apoyo a los Recursos Genéticos del CGIAR y (3) la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP).

El estatus internacional del IPGRI es otorgado bajo un Acuerdo de Establecimiento el cual, para el mes de enero de 2004, fue firmado por los Gobiernos de Argelia, Australia, Bélgica, Benin, Bolivia, Brasil, Burkina Faso, Camerún, Chile, China, Chipre, Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Eslovaquia, Grecia, Guinea, Hungría, India, Indonesia, Irán, Israel, Italia, Jordania, Kenia, Malasia, Mauritania, Maruecos, Noruega, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania, Rusia, Senegal, Sudan, Suiza, Siria, Túnez, Turquía, Uganda y Ucrania.

El apoyo financiero para la investigación de IPGRI lo brindan más de 150 donantes, incluyendo a los gobiernos, fundaciones privadas y organizaciones internacionales. Para obtener más detalles sobre los donantes y actividades de investigación, por favor diríjase a los Informes Anuales de IPGRI, que están disponibles en forma impresa según solicitud a ipgri-publications@cgiar.org o en el sitio de Internet de IPGRI (www.ipgri.cgiar.org).

Cita: INIBAP. 2005. INIBAP Informe anual 2004. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia.

Ilustración de portada: Al Benavente, the Philippines

Fotos: E. Akyeamong, INIBAP: p. 10; M. Bedford, Baobab productions: p. 10-11, 11, 12, 13; C. Boursnell, IPGRI: p. 5; M.L. Caruana, CIRAD: p.14, 18; J. Daniells, QDPI: p. 15; B. Favre, Louma: p. 14-15, 16, 17, 18; K. Jacobsen, INIBAP: p. 12; A. Javellena, INIBAP: p. 22; D. Karamura, INIBAP: p. 8; E. Karamura, INIBAP: p. 6-7; M. Kwa, CARBAP: p. 12; A. Maghuyop, INIBAP: p. 22; R. Markham, INIBAP, p. 4, 6, 9, 15, 20, 22, 23, 24; N. Mateo, INIBAP: p. 21; P. Maundu, IPGRI: p. 8; G. Molina, INIBAP: p. 7; R. Swennen, INIBAP: p. 6-7; I. Van den Bergh, INIBAP: p. 21 ; A. Vézina, INIBAP: p. 19.

Diagramación y diseño: Bernard Favre, Louma productions

INIBAP ISBN: 2-910810-68-2

© International Plant Genetic Resources Institute, 2005

Sede IPGRI
Via dei Tre Denari 472/a
00057 Maccarese (Fiumicino)
Roma, Italia

Sede INIBAP
Parc Scientifique Agropolis 2
34 397 Montpellier Cedex 5
Francia

Prefacio

Este es el segundo Informe Anual de INIBAP en nuestro nuevo formato, dirigido a compartir nuestras experiencias en la utilización de la diversidad de los bananos y plátanos para mejorar los sustentos de vida. La respuesta a este nuevo formato ha sido muy positiva y las versiones lingüísticas separadas, en particular, nos han permitido ganar puntos con nuestros socios de habla hispana y francesa.

En la edición del año 2004, estamos cubriendo nuestro continuo trabajo en la utilización y conservación de la diversidad de bananos en las fincas de la zona de los Grandes Lagos en Uganda y Tanzania, donde millones de personas dependen de una serie única de variedades altamente diversificadas endémicas en los altiplanos de Africa Oriental. En años recientes, plagas, enfermedades y un énfasis creciente en la comercialización, entre otros factores, dieron como resultado que los agricultores abandonen algunos de los cultivares endémicos menos comerciales. Un proyecto que amplía las opciones de uso para las variedades de banano y enfatiza su valor cultural ha ayudado a revertir esta tendencia y, al mismo tiempo, empezar a restaurar la frágil base de recursos naturales.

Desde Africa Occidental y América Latina estamos trayendo la última parte de la historia en la transferencia de tecnología, que empezó en 2001, con la visita de un grupo de agricultores, extensionistas e investigadores de Africa Occidental, para ver las plantaciones de plátano de alta densidad en la República Dominicana y Costa Rica. A medida que se desarrollen las fuerzas del mercado, esperamos que este sistema intensivo de producción se vuelva propio para alimentar la creciente demanda de las florecientes ciudades de Africa Occidental y Central.

Entretanto, en Asia, la eficacia de una empresa privada a gran escala que produce plantas de banano provenientes del cultivo de tejidos está facilitando el fundamento para una red eficaz de los sectores público y privado lanzada por INIBAP, que está rehabilitando la producción del cultivar tradicional filipino Lakatan después de que éste fuera destruido por una epidemia de virus. Y, finalmente, nuestra cuarta historia relata el cuidadoso trabajo detectivesco que están llevando a cabo nuestros socios, tratando de entender cómo y bajo qué circunstancias otro virus oculto en el genoma del banano sale de su escondite y provoca una enfermedad que ha obstaculizado seriamente la distribución de híbridos mejorados.

El año 2004 también fue marcado por el Primer Congreso Internacional de *Musa*, celebrado en Malasia del 6 al 9 de julio. Organizado por INIBAP y el *Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI)*, el congreso reunió a unos 250 delegados de todo el mundo, y de disciplinas tan distantes como la genómica y comercialización de la fruta, para compartir discusiones y experiencias alrededor del tema *Tomando las riendas de la investigación para mejorar los medios de vida*. Los principales trabajos y otros momentos culminantes del congreso fueron publicados en la edición de diciembre de 2004 de *INFOMUSA*.

Nuestro duradero interés en el uso de la diversidad de los bananos, así como el manejo de la diversidad dentro de los sistemas basados en el banano, para mejorar los sustentos de vida, aseguraron que INIBAP se encontrara en la corriente principal de las discusiones que llevaron a la formulación de la nueva estrategia de IPGRI, *Diversidad para el bienestar*, lanzada en septiembre de 2004. Y en el último cuatrimestre del año, el personal de INIBAP trabajó estrechamente con sus colegas de COGENT (la red de recursos genéticos del coco) y en el principal proyecto de IPGRI sobre los recursos genéticos y mejoramiento genético del cacao, para preparar un informe sobre la investigación de los cultivos de productos básicos del Instituto para el *Centre Commissioned External Review*. Estos ejercicios han ayudado a asegurar que la gente y la diversidad siguen siendo el centro cuando INIBAP empieza su vigésimo año, el 2005, como una parte integral del nuevo programa de IPGRI sobre el mejoramiento de los sustentos de vida en los sistemas basados en la producción de los productos básicos, que reúne dentro de un marco coherente el trabajo del Instituto sobre el banano, coco y cacao. Sin embargo, el nombre de INIBAP sigue vigente dentro del nuevo programa como una 'marca' respetada que representa el estilo característico de la red de asociaciones en la investigación bananera.



Emile Frison
Director General, IPGRI



Richard Markham
Director, INIBAP

Agricultores e investigadores están utilizando una mezcla sutil de conocimientos tradicionales, científicos y de negocios, trabajando juntos en la región de los Grandes Lagos de Africa para utilizar y así conservar una de las más ricas diversidades de banano en el mundo

Conciliando la modernidad y la tradición para conservar la diversidad

En Uganda, las mujeres manejan a menudo el cultivo del banano mientras los hombres se encargan de vender las frutas.



Florence Kizito, ardiente participante y defensora del proyecto sobre conservación a la finca financiado por el CIID.

“**H**ubo un tiempo cuando cada agricultor aquí sabía los nombres y el uso apropiado de cada uno de estos bananos”, reflexiona la Sra. Florence Kizito, señalando su colección, pulcramente cuidada y etiquetada, de unos treinta cultivares de banano de los altiplanos de Africa Oriental, no muy lejos de la ciudad de Masaka en Uganda. Cada casa digna de su nombre tenía un jardín con bananos y el valor del hombre como agricultor y cabeza de familia se evidenciaba para sus amigos y adversarios por igual por el estado de aquel jardín, aunque eran principalmente las

mujeres quienes mantenían las malezas a raya y cortaban las hojas muertas, manteniendo el jardín impecable.

“Hoy día, muchas personas solo conocen el precio del banano de la parada de camiones de Kampala, y se cultivan solamente los tipos que dan el mejor retorno.”

Florencia culpa por la pérdida de la diversidad de los bananos de altiplanos a la política oficial de extensión basada en el pensamiento importado de “revolución verde.” “Nuestro antepasado debe estar revolviéndose en su tumba cuando escucha los mensajes de extensión”, dice ella, aludiendo a Kintu, fundador legendario del Reino de Buganda.

Florence creció con el conocimiento de que los bananos forman una parte integral de su cultura Kiganda (ver *Un banano para cada ocasión*), así como el elemento dominante en su ambiente. Ella ingresó en el mundo moderno como docente, pero regresó a la finca por su propia elección convirtiéndose en





una exitosa productora tanto de bananos como de productos lácteos. Ahora ella ha empezado a usar sus habilidades de educadora para convertirse en defensora entusiasta de un proyecto innovador, financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá e implementado por INIBAP, sobre la conservación de la diversidad de los bananos por razones, tanto culturales, como económicas.

El desafío del proyecto, dice Eldad Karamura, coordinador regional de INIBAP para África Oriental y del Sur, fue mostrar a los agricultores que no existe un conflicto inherente entre la

Cada casa digna de su nombre tenía un jardín con bananos y el valor del hombre como agricultor y cabeza de familia se evidenciaba para sus amigos y adversarios por igual por el estado de aquel jardín

Un banano para cada ocasión

Kintu, el antepasado de quien se dice que fundó el Reino de Buganda, llegó a la región con una vaca y retoños de banano, representando los cinco tipos principales de bananos de altiplanos: Nakitembe, Musakala, Nakabululu, Nfuuka y Mbidde. Además de tener usos prácticos, como tratar dolencias gastrointestinales o malaria, la tradición requería que se utilizara la correcta variedad de banano para celebrar el nacimiento de gemelos o llorar la muerte de los seres queridos: con diferentes variedades a utilizar para la muerte de un hombre o de una mujer.

Nakitembe, que se considera uno de los cultivares más viejos en la región de los Grandes Lagos de África Central, era el cultivar de la mujer desde el momento de su nacimiento: inmediatamente después de que la niña nacía, la placenta tenía que enterrarse con la ceremonia debida, bajo una planta de esta variedad. Para un niño, el cultivar era Nsowe y de manera similar la placenta tenía que ser enterrada bajo una mata de este banano. Cuando el niño crecía y empezaba a buscar a una mujer para casarse, él necesitaba el cultivar Mpologoma ('el león') como parte del pago por la novia. Si él empezaba a desviarse del hogar y de la casa, su joven esposa podía emplear los servicios del cultivar Enzinga, cuyos racimos en espiral se suponían aseguraban que los maridos dejaran de vagar.

Las fuerzas del mercado que alentaron a los agricultores a cultivar solo unas pocas variedades de banano más productivas para el mercado urbano, amenazaron con cortar comunidades enteras de sus raíces culturales. Sin embargo, el tomar una perspectiva más amplia sobre los modos de vida ha ayudado a los agricultores a ver como ellos pueden utilizar la diversidad del banano para construir su capital social, así como mejorar sus recursos financieros y naturales. Reafirmando los usos tradicionales de los bananos y al mismo tiempo desarrollando nuevos, los agricultores han sido capaces de reforzar la unión comunitaria y conservar los cultivares tradicionales.

conservación de los valores tradicionales y el logro del éxito en la economía contemporánea de mercado. "A los agricultores se les estaba ofreciendo una elección dura: aumentar sus ingresos o conservar su identidad cultural" explica Eldad, siendo él mismo un hijo de la cultura del banano, del fértil rincón sur-occidental de Uganda.

Sin embargo, en una larga y paciente consulta con las comunidades involucradas en el proyecto, en la región de Kagera en Tanzania y los distritos de Masaka y Bushenyi en Uganda, los facilitadores del proyecto exploraron todas las posibles dimensiones del problema.

Nuevamente Eldad: “El problema de la pobreza y la necesidad de cultivar sólo lo que el mercado podría consumir fue presentado y discutido en todas las reuniones. ¿Estaban la cultura y la modernización en estado de guerra? ¡No por todos los medios! ¿Podrían nuestros cultivares tradicionales cumplir con nuestras obligaciones culturales y nuestros desafíos de ingresos al mismo tiempo? Esta es la hipótesis que el proyecto se propuso a examinar.”

Soluciones a la medida

Explorando juntos todo un rango de aspectos sociales y biofísicos de la situación, los agricultores e investigadores

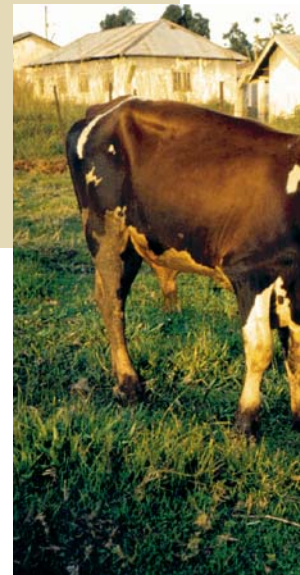
Los agricultores en Uganda tienen que defenderse con menos y menos tierra.



¿Se necesita una vaca para ser un productor bananero exitoso?

Como lo cuenta la leyenda de Kintu, la gente en el sudoeste de Uganda tradicionalmente eran pastores de ganado y productores de banano. Aquellos que se dedicaban seriamente a la ganadería acostumbraban a criar ganado Ankole con cuernos largos, y en verdad, el aspecto de las vacas y la forma exacta de sus cuernos aún parece ser materia de un gran orgullo para los criadores. Pero como aumenta la presión sobre la tierra, los agricultores están desarrollando nuevas destrezas al integrar estrechamente el pastoreo de ganado con el cultivo de banano. En vez de pastorear las vacas extensivamente, para utilizar tanto el pasto como los residuos de los cultivos, los agricultores están manteniendo a las vacas bajo regímenes de ‘cero pastoreo’: la vaca (o, para los establecimientos más modestos, una cabra) es mantenida en un establo, al menos por la mayor parte del tiempo, y el forraje es traído al animal.

Esto implica un montón de trabajo. Para que una vaca sea productiva, especialmente para producir productos lácteos de alto valor, se necesitan considerables cantidades de materia vegetal y de agua. Sin embargo, muchos agricultores están encontrando que la inversión en el trabajo vale la pena. Se puede obtener grandes ganancias si el agricultor puede afrontar una inversión adicional construyendo un piso de concreto con declive para el corral del ganado. Los agricultores e investigadores están descubriendo que la orina recolectada del ganado proporciona más y mayores beneficios para la fertilidad del suelo que el estiércol. Y hasta existe una indicación de que la orina también repele a los picudos negros. Sin embargo, para aplicar el régimen de ‘cero pastoreo’, el agricultor debe también prestar atención a la genética de las vacas: se necesitan cruzamientos entre las razas tradicionales y el ganado lechero especializado de alta producción con el fin de mantener la resistencia a las enfermedades, mientras se repaga la inversión de mano de obra con más leche. Si hay una señal de disputa entre los miembros de la asociación de agricultores de Bushenyi, esta se debe a que la demanda por las vacas lecheras prevalece sobre existencia actual.



La falta de espacio ha obligado a los agricultores guardar el ganado en un establo y traerle forraje, aquí pedazos de pseudotallo.

“A los agricultores se les estaba ofreciendo una elección dura: aumentar sus ingresos o conservar su identidad cultural”

Las comunidades escogieron concentrarse colectivamente sobre diferentes aspectos del problema o en la búsqueda de diferentes tipos de soluciones. Los sitios de referencia, representativos de cada área, fueron escogidos como lugares de evaluación para las nuevas tecnologías y enfoques que podrían contribuir a la solución de cada problema o de varios problemas identificados. El proyecto ofreció un enfoque flexible para identificar las similitudes y diferencias entre las situaciones de las comunidades participantes, aprendiendo de

ellas y hasta haciendo un capital a través de intercambios y capacitación.

En Bushenyí, en el sudoeste de Uganda, la disminución de la fertilidad del suelo, aunada a los ataques de los picudos negros del banano, fueron presentadas para llamar nuestra atención. En este sitio montañoso de referencia, algunos agricultores se especializaban en la evaluación y demostración de las medidas de control de la erosión del suelo; otros agricultores se concentraban en la preparación del abono verde a partir de los residuos del cultivo, malezas y desechos de los animales domésticos. El esfuerzo para integrar el ganado fue estimulado mediante el enlace

racimos enteros. En los mercados urbanos esto amplió el mercado para incluir a las personas que necesitaban unas cuantas frutas y no el racimo entero.

A través de la frontera en Tanzania, los agricultores en lbwera, cerca del Lago Victoria, identificaron el ataque de los picudos negros como su problema principal. Los picudos negros no sólo diezmaron sus cultivares tradicionales sino que también disminuyeron en gran manera su producción de plátano para el mercado callejero de comida en la ciudad de Bukoba. Mientras tanto los agricultores en Chanika, el más remoto de los cuatro sitios del proyecto, tenían que resolver el problema de las pérdidas postcosecha. Como no había

mercados cercanos para la fruta fresca, ellos evaluaron las estrategias para asegurar una vida verde más larga y un valor más alto en sus frutas, incluyendo el secado solar de los bananos y haciendo vino.

Redescubriendo la diversidad

Apuntalando la búsqueda de las soluciones para los problemas de producción y comercialización, y hasta cierto grado paralelamente con ella, estuvo la solicitud de comprender y elevar la rica diversidad de las variedades de banano en la región. Nadie sabe exactamente como llegaron los bananos a Africa por primera vez, ni cuantos tipos existen allí exactamente. Los bananos de

Para los agricultores que no pueden ofrecerse una vaca, una cabra o un carnero también sirve (debajo). Un banano de los altiplanos de Africa Oriental de tipo Musakala (derecha).



con un proyecto de ECOTRUST financiado por USAID, que proporcionaba reses que a su vez proveían el estiércol para fertilizar los campos. (ver *¿Es necesario tener una vaca para ser un productor bananero exitoso?*)

En Lwengo Masaka, en un terreno más plano, cercano a la capital de Uganda, Kampala, la especialización clave fue la comercialización innovadora que resolvía el problema del uso de los cultivares con pequeños racimos, típicamente rechazados por los comerciantes de *matooke*. Esto fue resuelto empacando y vendiendo los dedos de banano en vez de

“La misma planta cultivada en diferentes lugares, bajo diferentes condiciones, puede mostrar características bastante diferentes y estas características también pueden cambiar en el transcurso de tiempo.”

altiplanos son derivados de los bananos *acuminata* del Sudeste de Asia y, como los bananos de postre del comercio internacional, son triploides. Sin embargo, estos bananos evidentemente han estado en Africa Oriental y Central durante mucho tiempo, suficiente para que se acumularan numerosas mutaciones y se convirtieran para esta región en lo que los taxónomos describen como un centro secundario de la diversidad para los bananos, abarcando posiblemente el 10% de los cultivares de banano conocidos en el mundo.

A medida que las mutaciones creaban nuevos cultivares y los más utilizados se intercambiaban entre las comunidades, les daban numerosos nombres, algunos utilizados generalmente a través de la región, otros sólo en unas pocas comunidades.

La persona encargada de ordenar esta complejidad biológica y social es Deborah Karamura, posiblemente el principal experto en el mundo de los bananos de altiplanos. "La 'plasticidad' de estos cultivares nos presenta un desafío especial," ella explica. "La misma planta cultivada en diferentes lugares, bajo diferentes condiciones, puede mostrar características bastante diferentes y estas características

estableciendo las sinonimias. Cuando las distinciones no están aún claras, los biólogos moleculares de la Universidad de Makerere en Kampala son llamados para analizar las huellas genéticas del ADN de los cultivares, análisis que también ayuda a mostrar como los cultivares están relacionados entre si.

En el proceso de ordenamiento de la taxonomía, varios cultivares tradicionales que se temía habían sido perdidos por una comunidad, fueron descubiertos creciendo no muy lejos, en otra. Los miembros de las comunidades intercambiaban el material de siembra y la información sobre los usos tradicionales y contemporáneos para cada

cultivar, constituyéndose este proceso en intercambio no sólo de los recursos genéticos, sino también del conocimiento que ayudaría a asegurar su supervivencia.

Encontrando mercados para la diversidad

Desde el comienzo del proyecto en 1999, la cantidad de agricultores participantes ha aumentado, de 30 a 40 que eran en cada sitio, a 200 y hasta 500, cada uno organizado en una asociación comunitaria de productores. Sin embargo, el entusiasmo por la diversidad de los bananos tradicionales no fue suficiente para sostener el esfuerzo por largo tiempo. Las

Algunos de los cultivares de los altiplanos de África Oriental se pelan y se colocan en un 'bote bananero' para hacer una cerveza rica en vitamina B.



también pueden cambiar en el transcurso de tiempo."

El proyecto ha ordenado muchas de estas diferencias reuniendo varios cultivares en los 'bancos genéticos' de las aldeas en cada una de las comunidades del proyecto, donde ellos pueden ser comparados creciendo al lado, por investigadores y agricultores igualmente. Los nombres locales y las características detalladas se están comparando cuidadosamente y se están

Agricultores de Masaka discutiendo las estrategias para conservar su abanico único de cultivares de banano.



Los más grandes entusiastas del plátano se encuentran en Africa Central y Occidental y en América Latina, dos regiones que tienen enfoques diferentes sobre el cultivo de su alimento preferido. Sin embargo, a medida que crecen los mercados en Africa, los agricultores locales empiezan a usar tecnología desarrollada en América Latina

Cuando *Africa* Occidental se encuentra

La demanda creciente por el plátano en las áreas urbanas procura nuevas oportunidades de mercado para los agricultores de Africa occidental.



Nada supera el poder ver con los ojos propios. Como coordinador de la red de INIBAP para Africa Occidental y Central, Ekow Akyeampong a menudo ha escuchado de su contraparte latinoamericana acerca de la siembra de alta densidad. Este sistema intensivo de producción no sólo hace maravillas con los rendimientos del plátano, le dijeron, sino también reduce las pérdidas por enfermedades. Provieniendo de una región donde los rendimientos están estancados, pero no las plagas y enfermedades, las cuales están atacando a los plátanos, él quiso ver de qué se trataba todo este alboroto.



El cultivo del plátano se ha vuelto una industria importante en Costa Rica.



Gracias al financiamiento del *Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation* (CTA), Akyeampong pudo hacerlo en 2001 cuando INIBAP y la Red de Investigación de *Musa* para África Occidental y Central (MUSACO) organizó una visita a las plantaciones de alta densidad en la República Dominicana y Costa Rica para un grupo de agricultores, científicos y extensionistas de África Occidental. Después de haber visto los resultados, es ahora que los africanos vuelven a mostrar a los agricultores locales la manera de cultivar los plátanos, que es muy diferente a la que están acostumbrados.

¿Listos para el cambio?

Los plátanos han sido cultivados en África Occidental y Central por mucho más tiempo que en

Las condiciones en África subsahariana no difieren mucho de las que prevalecían en Colombia cuando por primera vez surgió la idea de aumentar las densidades de siembra (ver *Hecho en América Latina*). En África Occidental y Central, el plátano es cultivado generalmente por pequeños agricultores en asociación con otros cultivos alimentarios a densidades muy bajas (de 100 a 800 plantas/ha). Como consecuencia, los rendimientos son generalmente bajos, entre 5 y 10 toneladas por hectárea. Como Achille Bikoi, un científico del *Centre africain de recherches sur bananiers et plantains* (CARBAP) señala en su estudio de producción de plátanos en Camerún, los agricultores locales no razonan en términos de rendimiento sino en términos de las plantas que ellos necesitan para satisfacer sus necesidades. Ya que la mayoría de los agricultores siembra para el consumo casero, ellos tratan de extender su producción a través del año y minimizar los insumos. La cantidad de plantas supone asegurar una cosecha adecuada aún si el clima no coopera. Cualquier excedente se vende en los mercados locales.

Sin embargo, los agricultores tienen muchos incentivos para cambiar esta situación. "No se puede contar con el modo actual de cultivo del plátano para alimentar a las crecientes poblaciones de Camerún y de otros países de África Occidental", explica Akyeampong. Las ciudades, en particular, están creciendo rápidamente. Como resultado "la demanda por el plátano en las áreas urbanas es alta y así son los precios", continúa el coordinador regional de INIBAP. "Esta situación está haciendo atractivo el cultivo del plátano para los agricultores, y aquellos quienes tienen medios para adquirir los insumos necesarios están muy interesados en ingresar en la producción comercial del plátano". Es aquí donde la siembra a alta densidad podría

con América Latina

Una plantación de alta densidad en Costa Rica.



En Camerún, los agricultores locales no razonan en términos de rendimiento sino en términos de las plantas que ellos necesitan para satisfacer sus necesidades

América Latina, donde ellos han sido parte del paisaje agrícola por menos de 400 años. En Camerún, por otro lado, evidencia arqueológica reciente sugiere que las plantas domesticadas de *Musa* llegaron al lugar hace más de 2500 años, o unos mil años antes del comienzo del cultivo del plátano generalmente aceptado en la región (ver *Informe Anual 2002 de INIBAP*). Con el tiempo a su favor, los agricultores de África Occidental y Central pudieron aportar muchos nuevos cultivares a la diversidad de uno de los alimentos básicos más importantes. Cuando algunos de estos cultivares cruzaron el Atlántico, fueron aceptados con el mismo fervor que en África Occidental, donde las tasas de consumo generalmente rondan un aproximado de 100 kg por persona por año, con un pico de 200 kg en Gabón. Esto se compara con los 160 kg en las zonas cafetaleras de Colombia, la cuna de la siembra en altas densidades.

ayudar. “La siembra a altas densidades no es una tecnología sino el producto final de diferentes tecnologías”, explica Franklin Rosales, coordinador regional de INIBAP para América Latina y el Caribe. Los agricultores pueden ajustar tres variables: la densidad de las plantas (entre 2000 y 6000 plantas/ha, aunque la mayoría de los agricultores tienden a sembrar alrededor de 2500 y 3000 plantas/ha, señala Rosales, ya que las densidades muy altas requieren mucho manejo); la cantidad de plantas por hoyo de siembra (una, aunque también es posible



sembrar de dos a cuatro pero es más exigente); la cantidad de ciclos productivos sin replantar (usualmente uno, pero no más de tres, aconseja Rosales); y la extensión hasta la cual ellos piensan extender su cosecha sembrando partes de su campo en diferentes épocas del año. El único requerimiento estricto es el material de siembra, que debe ser uniforme.

Si los retoños o plantas utilizadas no son de tamaño uniforme, las más altas impedirán el crecimiento de las más bajas, que crecerán en su sombra. Cuando esto sucede, el agricultor debe actuar rápidamente cortando las plantas más altas, que pronto crecerán nuevamente para conformar una plantación uniforme. Como demostraron muchos experimentos conducidos en América Latina, las plantas más altas se obtienen a densidades de siembra más altas cuando la competencia por la luz está a su máximo. Entre otros

Una de las ventajas de la siembra de alta densidad consiste en que esta reduce la incidencia de las enfermedades

parámetros que aumentan con la densidad están el tiempo hasta la cosecha y el rendimiento. La mayoría de los otros (como la cantidad de dedos por racimo, diámetro de los dedos y peso del racimo) disminuyen con el



A medida que los mercados se desarrollan en África (izquierda), el sistema utilizado para producir plátanos se volverá más parecido al sistema de Costa Rica (derecha).

La siembra de alta densidad evita el crecimiento de las malezas.



Tabla 1. Datos de experimentos conducidos en Colombia en los años 80 con respecto al efecto de la densidad de siembra sobre la producción de banano.

Ciclo de producción	Número de dedos por racimo	Peso del dedo (g)	Peso del racimo (kg)	Rendimiento (t/ha)	Plantas cosechadas (%)
1000 plantas/ha (5m x 2m, una planta por hoyo de siembra)					
Primero	46	361	16.5	15	91
Segundo	53	385	20.5	17	84
Tercero	58	350	20.3	13	62
1500 plantas/ha (3.3m x 2.0m, una planta por hoyo de siembra)					
Primero	47	350	16.4	22	90
Segundo	55	366	20.1	19	63
Tercero	59	329	19.4	18	60
3000 plantas/ha (3.3m x 2.0m, dos plantas por hoyo de siembra)					
Primero	43	362	15.7	41	85
Segundo	49	305	14.8	25	55
Tercero	50	284	14.1	18	41

aumento de la densidad, pero la mayor cantidad de racimos en las parcelas de alta densidad más que compensa los racimos más pequeños y semanas extras que hay que esperar para cosecharlos (ver Tabla 1). Tampoco hay que despreciar el gran número de retoños que serán producidos y los cuales el agricultor podrá vender para obtener ingresos extra.

Primeros experimentos

Para ver como la siembra a altas densidades se comporta bajo las condiciones africanas, INIBAP financió experimentos en la estación de CARBAP en Nyombe, Camerún, y en el Centre national de recherche agronomique (CNRA) en Azaguié, CCôte d'Ivoire. Los científicos de CARBAP y CNRA plantaron los cultivares Batard y Orishele respectivamente en las parcelas con 1666, 2506 y 3333 plantas/ha, para evaluar el efecto de la densidad de siembra; la mitad de ellas fueron tratadas con fungicidas y la otra mitad, no, para evaluar el efecto del control de la enfermedad de la Sigatoka negra o raya negra de la hoja.

Una de las ventajas de la siembra de alta densidad consiste en que esta reduce la incidencia de las enfermedades debido a que los campos se replantan usualmente después de uno o dos ciclos de producción y la recomendación es utilizar el material de siembra sano. Además, las altas densidades crean un microclima que impide el desarrollo del hongo que causa la raya negra de la hoja y, limitando la penetración de la luz, también se inhibe la producción de la cercosporina fotosensible, producto del hongo, que está involucrada en la necrosis foliar. Sin embargo, en Camerún las parcelas experimentales fueron muy pequeñas para generar este microclima, explica Akyeampong, y como resultado los rendimientos observados en las parcelas de alta densidad (28.7 t/ha) no fueron tan altos

como los obtenidos en Côte d'Ivoire (más de 38 t/ha). En ambos casos, el crecimiento de las malezas en las parcelas de alta densidad fue disminuido fuertemente.

INIBAP planea conducir más evaluaciones sobre la siembra a altas densidades, por ejemplo, en la República Democrática de

A finales de la década de los 70 el cultivo de plátano en Colombia estaba sufriendo as mismas calamidades de cultivo que está experimentando Africa Occidental actualmente

Hecho en América Latina

A finales de la década de los 70 el cultivo de plátano en Colombia estaba sufriendo las mismas calamidades de cultivo que está experimentando Africa Occidental actualmente. Los plátanos eran cultivados principalmente en asociación con café o cacao, las enfermedades desconocidas anteriormente estaban haciendo su aparición, y la demanda era alta mientras que la oferta, baja. El sistema de producción tradicional necesitaba un empujón tecnológico.

En este período, Sylvio Belalcázar, actualmente un investigador honorario de INIBAP, estaba trabajando para el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), que posteriormente se llamó CORPOICA. Como jefe del programa de plátano, él reunió un equipo multidisciplinario para impulsar una nueva vida en el cultivo del plátano. "La demanda por los alimentos estaba creciendo", recuerda Belalcázar, "y teníamos que encontrar una vía para aumentar el rendimiento sin aumentar los costos de producción evitando al mismo tiempo un aumento en el precio del plátano." El aumento de la densidad de siembra parecía un elemento obvio para empezar, pero había que desarrollar varias modificaciones. Los costos de producción, calculados por kilo cosechado, bajan al aumentar la densidad, pero los investigadores necesitaban saber cuando interviene la ley de los rendimientos decrecientes.

INIBAP ha acompañado la validación científica de la siembra a alta densidad en la región de América Latina y el Caribe y ha contribuido de gran manera a su difusión a través de los proyectos, cursos, seminarios y publicaciones. "Cada año organizamos entre 5 y 10 cursos de capacitación", dice Rosales. "Más de 5000 personas han sido capacitadas en los últimos siete años. Hemos visitado todos los países productores de plátano." La práctica es especialmente popular en Cuba donde está siendo adaptada a los bananos de postre. Uno de los aspectos más exigentes de la siembra a alta densidad, la resiembra anual, no representa un problema tan grave en países como Cuba, ya que si no las desarraigan los agricultores, lo hacen los huracanes.

La oficina regional de INIBAP acaba de completar un estudio en Talamanca, Costa Rica, sobre los aspectos económicos de la siembra anual y bianual de alta densidad (2500 y 3000 plantas/ha) en el cual participaron 10 productores. La inundación en las plantaciones complicó el análisis de los datos, pero la opción más rentable fue la siembra anual con una densidad de 2500 plantas/ha, seguida por la siembra bianual con la misma densidad. No renovar la plantación ahorró los costos de resiembra, pero otros costos, como los relacionados con el deshoje y apuntalamiento, aumentaron durante el segundo ciclo de producción.

Congo, ya que hace falta perfeccionar muchos detalles antes de que la siembra a altas densidades se convierta en habitual en Africa Occidental y Central. Estos detalles incluyen los requerimientos de fertilizantes y riego, selección de variedades, suministro de material uniforme de siembra y protocolos para el manejo de las enfermedades. Además, cuando la producción aumente, estos países también necesitarán mejores infraestructuras para llevar los plátanos a los consumidores. Pero, ahora que todo esta dicho y hecho, ¿quién subirá al tren de la siembra a altas densidades?



Si Charles Staver, coordinador de proyectos de INIBAP en Montpellier, Francia, fuera un productor de plátanos que quisiera cambiar a la siembra de alta densidad, él supone que prepararía su cultivo para ser cosechado cuando los precios estén lo más alto posible, debido a que la oferta es baja. En los lugares donde los precios fluctúan con las estaciones, esto significa la siembra durante la época seca, algo que pocos agricultores hacen porque generalmente no pueden afrontar el riego. Claro está, si muchos agricultores hacen lo mismo, entonces provocarán la baja de los precios, por lo que "usted debe querer estar entre los primeros en adoptar la siembra a altas densidades", añade Staver. Otra situación en la cual él recomendaría aumentar la densidad de siembra e invertir en el manejo de plantaciones más exigentes, es cuando un agricultor tiene que abastecer a los compradores regulares durante todo el año.

La abundancia de datos que INIBAP está acumulando en la siembra a altas densidades en las regiones productoras de banano (Asia también está experimentando con su propia versión de producción a altas densidades, la cual involucra la replantación anual) será utilizada para desarrollar guías para ayudar a los agricultores a decidir si la inversión en la práctica es rentable, y si es así, cómo adoptarla a su situación particular. ■

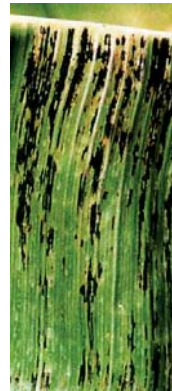
Africanos del Oeste de África viajaron en América Latina para iniciarse a la siembra de alta densidad.

¿Cómo Usted burla a un virus que depuso sus armas cuando se refugió en el genoma del banano, pero que después ha recobrado inesperadamente su poder para infligir daños a su hospedante? INIBAP se ha unido a un instituto francés de investigación agrícola para descubrirlo

Patógeno a pesar suyo



Las plantas de banano que Michel Folliot ha usado en sus experimentos han sido evaluadas más que un atleta olímpico promedio, aunque más bien debido a la presencia del Virus del rayado del banano (BSV), que a los esteroides, y estas siempre resultaron sanas. En el invernadero en el sur de Francia, donde el *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (CIRAD) tiene los bananos, no se permite el ingreso de ninguna planta del campo por temor a la contaminación. Así, cuando estas plántulas desarrollan la enfermedad del rayado del banano, el fitofisiólogo del CIRAD no busca una fuente de contaminación foránea. El sabe que el ADN del



Los síntomas de la enfermedad del rayado del banano varía mucho dependiendo de la temperatura. Los síntomas más comunes (arriba) y los síntomas severos (abajo).

virus está integrado en el ADN del banano y que las secuencias integradas, usualmente silenciosas, fueron impulsadas a bombear partículas virales cuando la planta fue sometida al proceso del cultivo de tejidos.

Los fitopatólogos han sabido de la enfermedad del rayado del banano por algún tiempo pero el virus que la causa fue identificado solo a finales de la década de los 80. Como cualquier otro virus, este invade células vivas para replicarse (ver *La vida simple*), pero, debido a que se transmite entre las plantas por cochinillas harinosas, las cuales se mueven lentamente, es bastante fácil controlar la propagación de la enfermedad sacando las plantas infectadas.

No hubo muchas causas para alarmarse hasta que Ben Lockhart



y su estudiante Tsitsi Ndwora, de la Universidad de Minnesota en los EEUU, anunciaron en 1999 que secuencias integradas del BSV podrían disparar una infección. Las noticias tomaron a los virólogos por sorpresa. Hubo informes sobre secuencias virales integradas en el tabaco pero no la evidencia de que la integración fue mediada por el mismo virus, en contraste con los retrovirus animales, que integran su ADN en el genoma de su hospedante utilizando una integrasa codificada por el virus. De acuerdo al juicio convencional, los retrovirus, como el VIH, se esconden en el genoma de su hospedante para evitar ser desactivados por el sistema inmunológico. Ya que las plantas no tienen un sistema

En los bananos, las secuencias integradas del BSV son partes del genoma B, que fue donado por la especie silvestre Musa balbisiana

En el campo, el BSV es transmitido entre las plantas por las cochinillas harinosas (Planococcus citri).



¹ El nombre banano se usa para denominar tanto variedades de cocción como de postre.

inmunológico y ninguna de las secuencias virales encontradas hasta la fecha en ellas ha mostrado codificarse para una integrasa funcional, se dice que estos eventos de integración ocurrieron por "una recombinación ilegítima".

Ilegítimas o no, otras secuencias virales han sido encontradas en varios cultivos desde 1999 y pueden ser más comunes de lo que se pensó anteriormente. Sin embargo, de las tres especies virales que han integrado las secuencias conocidas que producen partículas virales integradas, no todas las secuencias integradas son activables ya que muchas de ellas son incompletas, el BSV es el virus más preocupante. En la petunia, las secuencias virales integradas solo afectan el color

de las flores, sin producir impacto sobre la producción, y en el tabaco la enfermedad solo se expresa cuando las plantas llegan a seis meses de edad, lo que nunca hacen ya que se cosechan a los dos meses de edad.

En los bananos, las secuencias integradas del BSV son partes del genoma B, que fue donado por la especie silvestre *Musa balbisiana* (que tiene dos copias del genoma B, de aquí la abreviatura BB para designarla) cuando fue cruzada con otra especie silvestre, *Musa acuminata* (AA), para producir muchas variedades de banano que existen actualmente. Es interesante, como lo indica Frédéric Bakry, un mejorador de bananos del CIRAD en Montpellier, Francia, nunca se ha observado que las secuencias integradas en *Musa balbisiana* y en bananos ABB den lugar a las infecciones. "Parece que el problema solo ocurre cuando existe una copia del genoma B, como en los bananos AAB".

CIRAD contraataca

Debido a la acumulación de evidencias de que las variedades de banano¹ que contienen el genoma B albergan secuencias virales integradas, algunas de las cuales son activables, el CIRAD declaró una moratoria sobre su distribución. La política de CIRAD es más estricta que la que está en práctica en el Centro de Tránsito de INIBAP (ITC), que alberga la colección de bananos más grande del mundo, en Lovaina, Bélgica. El ITC sólo prohíbe la distribución de las accesiones que salen positivas después de la evaluación para la presencia de partículas virales. Las plantas que salen negativas en una prueba serológica estándar están disponibles para su distribución.

"Tenemos objetivos diferentes", explica François Côte, jefe de la unidad de investigación de bananos, plátanos y piña de CIRAD en Montpellier. "Producimos plántulas de banano masivamente para los agricultores, mientras que el ITC

La vida simple



Partículas virales del BSV aisladas del cultivar Mysore.

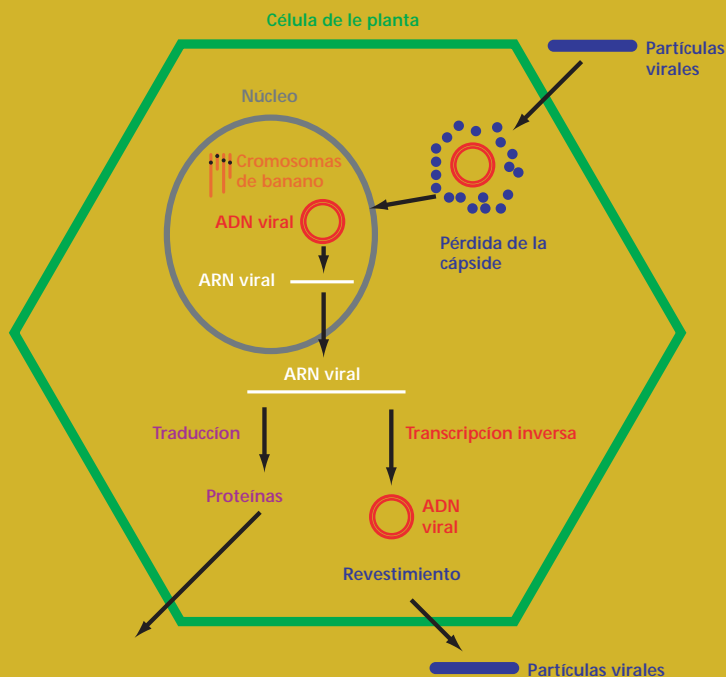
Un virus es la vida en su máxima simpleza: un poco de material genético envuelto en una cubierta de proteína. No es capaz de causar daños, o hasta reproducirse por sí mismo, a menos que invada una célula y robe su maquinaria para fabricar proteínas virales y hacer copias de ellas mismas. El BSV no es una excepción, pero, a diferencia de la mayoría de los virus de las plantas, su genoma está hecho de ADN, en lugar de ARN.

El BSV pertenece al género badnavirus y a la familia caulimovirida. El virus penetra

en la célula de la planta para mudar su revestimiento de proteína. El ADN viral luego entra en el núcleo donde se transcribe en ARN utilizando las enzimas producidas por el hospedante. Esto es seguido por la transcripción inversa, en el citoplasma del ARN viral, que también sirve como ARN mensajero para producir proteínas virales.

A menudo se refiere al BSV como a un pararetrovirus, pero la palabra no tiene valor taxonómico, de acuerdo a Andrew Geering, virólogo del Queensland Department of Primary Industries en Australia y miembro del Comité Internacional para la Taxonomía de los Virus. "El término pararetrovirus se usa solo para diferenciar estos virus de los retrovirus." Aún el concepto de BSV como una especie individual está bajo el escrutinio. "Lo que se llama BSV es en realidad un complejo de varios virus", añade. Geering comparó las secuencias de cuatro aislados de BSV de Australia con otros badnavirus y observó que "la distancia genética entre ellos fue tan grande que sería incorrecto llamarlos cepas." Como señala Geering, la mayoría de los badnavirus son descubrimientos relativamente recientes, lo que posiblemente explica porqué existen pocas guías con respecto a lo que constituye una cepa y una especie.

Ciclo infeccioso del rayado del banano.



Investigadora del CIRAD extrayendo el ARN.

Un virus es la vida en su máxima simpleza: un poco de material genético envuelto en una cubierta de proteína

es un banco genético con un mandato para la conservación e investigación." El argumento para la moratoria consiste en que la introducción en las áreas productoras de las plantas de banano con secuencias integradas activables del BSV, podría cambiar las dinámicas de las enfermedades, especialmente si estas plantas provienen del cultivo de tejidos. Bajo este escenario, las cochinillas harinosas encontrarían probablemente plantas infectadas y transmitirían la enfermedad a las plantas sanas. Si hay bananos Cavendish en las cercanías, las consecuencias económicas serían significativas ya que estas plantas son muy susceptibles a la enfermedad. Aunque la mayoría de las formas del BSV causan relativamente pocos daños a la mayoría de las variedades, los investigadores también están preocupados por la posibilidad, por más remota que ésta fuera en la práctica, que una forma introducida del BSV pudiera recombinarse con otras que se encuentran localmente y



Marie-Line Caruana confía que los científicos aprenderán como manejar las secuencias integradas activables del BSV.

producir una enfermedad más dañina.

CIRAD también decidió hacer una pausa en su trabajo de mejoramiento que involucra al genoma B, ya que se demostró que la hibridación también aumenta la probabilidad de precipitar la activación de las secuencias integradas. Bakry tiene buenas memorias sobre los bananos de postre AAB obtenidos utilizando *balbisiana* como progenitor. Lo que los hizo tan queridos para el mejorador es que ellos crecen como maleza. Ellos eran perfectos para los pequeños agricultores que no tienen medios para permitir variedades AAA más productivas, pero más delicadas. Su robustez y la habilidad de producir raíces que penetran profundamente en el suelo vienen de la *balbisiana*, explica Bakry, quien está esperando la rehabilitación del genoma B.

Esto dependerá en gran parte de los resultados del programa de investigación que CIRAD ha establecido para superar el problema de las secuencias activables. Algunos científicos están tratando de entender los mecanismos de activación a niveles genético y molecular, pero desde el punto de vista práctico podría no ser necesario entender todo sobre los mecanismos involucrados para poder reducir la probabilidad de que las

secuencias integradas sean activadas. Por lo tanto, la estrategia desarrollada por el CIRAD, y financiada mediante la plataforma de Agropolis a través de INIBAP, está para avanzar en dos frentes: entendimiento de los mecanismos de activación y evaluación del riesgo de activación de las secuencias integradas.

Búsqueda del activador genético

La búsqueda de los mecanismos de activación empezó en 1998 con la tesis de doctorado de Fabrice Lheureux bajo la supervisión de Marie-Line Caruana, una viróloga de plantas del CIRAD en Montpellier. Lheureux trabajó con los descendientes de la primera generación de un cruzamiento entre una *Musa balbisiana* (BB) y una *Musa acuminata*, cuyo genoma fue duplicado utilizando colchicina (AAAA). Ambos progenitores han salido negativos en la evaluación para la presencia de partículas virales. Ya que bajo circunstancias normales cada progenitor dona la mitad de su genoma a sus descendientes, este cruce aseguró que el resultado de la hibridación fueran bananos AAB. Aproximadamente la mitad de los 249 híbridos AAB resultantes produjeron partículas virales.

Primero, Lheureux buscó las diferencias entre las secuencias virales integradas en plantas infectadas y sanas, utilizando una sonda genética hecha de las secuencias del BSV aisladas del genoma del cultivar Obino l'ewai. Pero no pudo encontrar diferencias. Aunque los híbridos se han segregado en dos campos casi iguales, esto no sucedió en la base de las secuencias virales integradas que llevaba cada grupo.

El estudiante de doctorado estableció una búsqueda de marcadores de AFLP en cualquier parte del genoma de banano asociado con la expresión de partículas virales. Utilizó enzimas que cortaban la molécula de ADN cuando encontraban secuencias genéticas específicas, y separaban los fragmentos de ADN resultantes, de acuerdo a su tamaño, haciéndolos moverse a través de un gel. Esta vez, Lheureux obtuvo patrones que eran diferentes dependiendo de si la planta estaba sana o infectada y así pudo identificar 10 marcadores AFLP localizados en el genoma B. El análisis de cómo los marcadores se han segregado, señaló una región genética que los virólogos franceses llamaron BEL, por *BSV expressed locus*. La segregación de 50:50 observada cuando el BB fue cruzado con una *acuminata* sugiere que sólo este locus está involucrado y que el gen correspondiente en el cromosoma homólogo es diferente.

“BEL no parece ser una secuencia viral”, explica Caruana.

“Probablemente, fue parte del genoma *balbisiana* antes de que el virus se integrara. Pensamos que el virus fue capaz de integrar su genoma en el genoma de su hospedante, ya que la planta toleró el virus. Luego, la planta se volvió resistente a la enfermedad; *Musa balbisiana* no puede desarrollar la enfermedad cuando está inoculada con cochinillas harinosas infectadas. Pero buscar el factor BEL es como buscar una aguja en un pajar.”

De hecho, la distancia genética que separa el factor BEL de su marcador genético más cercano es enorme, 1.2 centiMorgan para ser exacto. Un Morgan es una medida de distancia relativa en un cromosoma, que corresponde a la probabilidad de recombinación entre el gen marcador y el gen que uno está buscando. Un Morgan es equivalente a un valor de transición de 100% y un centiMorgan, a 1% del valor de transición. La probabilidad de que el marcador genético termine cerca del factor BEL después de

un evento de recombinación es tan baja, que la población de segregación necesaria para tener un buen chance de encontrar el factor BEL, tendría que ser al menos 10 veces más grande que la que Lheureux utilizó en su trabajo. Ya que los híbridos que el estudiante de doctorado produjo han sido destruidos por el temor a la propagación del virus, empezar una nueva población más grande no es una opción.

Más recientemente, los científicos de CIRAD, CINVESTAV en México y del Instituto de Botánica Experimental (IEB) en la República Checa iniciaron la exploración del genoma *Musa balbisiana*. Para realizarla, ellos hicieron copias de su genoma y lo cortaron al azar. Los fragmentos de ADN resultantes fueron insertados en bacterias que se conservarían

como cromosomas bacterianos artificiales (BAC) hasta que se necesitaran: el juego completo de clones BAC se llama biblioteca BAC.

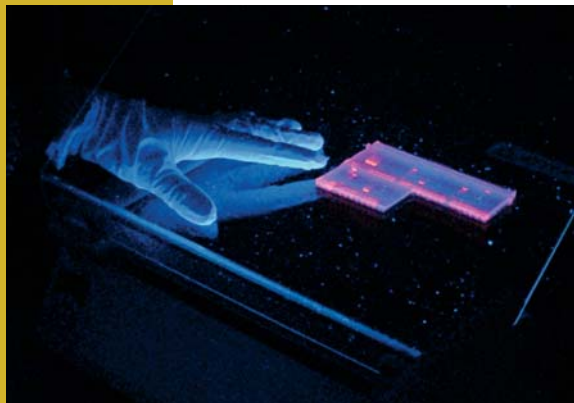
Los científicos cribaron la biblioteca BAC de *balbisiana* utilizando como sondas las secuencias completas de BSV-OI, BSV-Gf, BSV-Im y BSV-Mys (ver *La vida integrada*). Ellos descubrieron que el BSV-OI fue integrado al menos en tres sitios diferentes del genoma *balbisiana*, el BSV-Gf, en dos, el BSV-Im en uno y el BSV-Mys en tres sitios.

La vida integrada

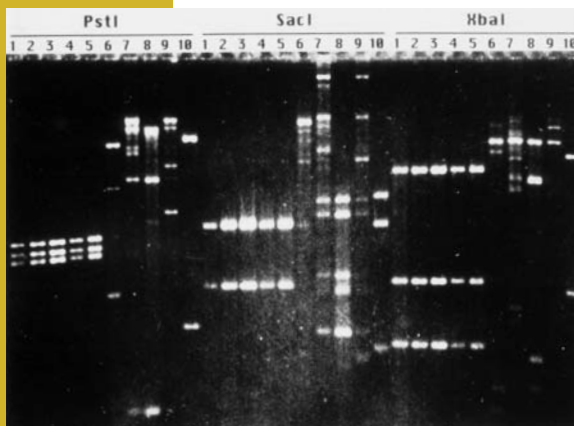
Cuatro secuencias integradas del BSV, llamadas por los nombres de los cultivares de los cuales fueron aisladas, son conocidas: BSV-OI por el Obino l'ewai, BSV-Im por el Imove, BSV-Gf por el Gold finger y BSV-Mys por el Mysore. De estas cuatro, tres han sido capturadas escapándose del genoma del banano: BSV-OI, BSV-Im y BSV-Gf (BSV-Mys se encuentra en *Musa balbisiana* pero no en los híbridos). Estos integrantes contienen el genoma completo del virus, pero no como una secuencia continua. La secuencia está entremezclada con los fragmentos revueltos del ADN viral, algunos de los cuales están invertidos.

La parte misteriosa, claro está, es que es lo que dispara el proceso de escisión de estas secuencias integradas. El modelo actual involucra dos recombinaciones (el intercambio de material entre los cromosomas). ¿Son estas recombinaciones, si ellas ocurren, espontáneas o ayudadas? Nadie sabe como las secuencias virales se unen nuevamente para formar un virus infeccioso y no está claro cual es el papel que desempeña el factor BEL en el proceso.

Mientras tanto, Andrew Geering en Australia ha encontrado evidencia que las secuencias parciales del BSV están también integradas en *Musa acuminata*. "No sabemos si las secuencias integradas en *acuminata* son activables", dice. "Lo que observamos es que no existe un traslape entre las secuencias de *acuminata* y *balbisiana*, lo cual sugiere que la integración sucedió después de la especiación." Si la presencia de las secuencias integradas del BSV en el genoma A es confirmada, esto sólo profundizará el misterio de cómo tantas secuencias del BSV lograron encontrar su ruta hacia uno, dos o quizá más genomas del banano.

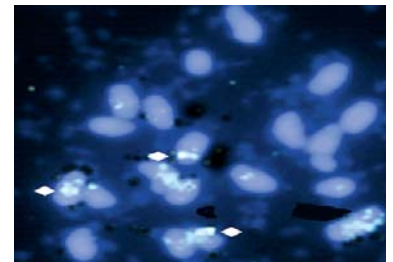


Secuencias integradas del BSV producen distintas 'huellas' cuando su ADN es fragmentado en partes a las cuales hacen moverse a través de un gel.



Gel mostrando que las secuencias integradas del BSV (líneas 1-5) son muy similares entre sí en comparación con los aislados del BSV recolectados en el campo (líneas 6-10). (Fuente: Ndownora et al. 1999. *Virology* 225:214-220)

“Pero buscar el factor BEL es como buscar una aguja en un pajar”



Secuencias del BSV en los cromosomas del genoma B brillan después de la hibridación fluorescente in situ.

Ellos repitieron el experimento en dos bibliotecas BAC de *Musa acuminata* pero no obtuvieron resultados.

Ellos también han cribado la biblioteca BAC de *balbisiana* con tres marcadores AFLP más cercanos al factor BEL, pero, mientras que el AFLP₁ y el AFLP₂ hibridaron con 12 y 13 clones BAC respectivamente, estos no eran los mismos. Mientras tanto, el AFLP₃ hibridó con 56 clones BAC: demasiado para ser útiles. Al descubrir que el mecanismo de liberación genética era más escurridizo de lo que se anticipó,

los científicos del CIRAD volvieron sus miradas a un proyecto que se realizaba con el Instituto de Investigación Hortícola de la India (IIHR).

Gandra Saprás del IIHR vino a CIRAD en Montpellier a buscar los genes candidatos involucrados en el proceso de activación. Primero, él investigó varios factores de estrés (un antibiótico, una poliamina, un agente de demetilación y choque de calor) en un cultivar AAB, Penkelon noir, pero menos de 10% de las plantas estresadas produjeron

planta, descartando los comunes, debería indicar los genes ligados con las secuencias virales integradas. El único problema es que estos genes están mezclados con los genes involucrados en la respuesta de la planta a la enfermedad, como explica Franc-Christophe Baurens, científico de CIRAD quien supervisó a Saprás en Montpellier.

“Estos genes no representan algún interés para nosotros para entender la activación, pero estamos buscando ciertos tipos de

siendo multiplicadas a un paso más lento utilizando métodos hortícolas, en una estrecha colaboración con el *Centre africain de recherches sur bananiers et plantains* (CARBAP).

Las técnicas modernas de multiplicación y mejoramiento parecen haber despertado las silenciosas secuencias virales que vinieron a descansar en el genoma de banano. Parece que se necesitará mucha ingeniosidad y aún más tecnología sofisticada para encontrar una vía para ponerlas a descansar nuevamente, debido principalmente a la fuerte interacción entre el BEL escurridizo y el ambiente. Sin embargo, Caruana está confiada: “No podemos eliminar las secuencias integradas, pero deberíamos poder manejarlas.” Añade que este no es otro caso de científicos ‘jugando a dios’, sino de científicos que afinan la maquinaria natural. ■



Los científicos están estudiando el riesgo de activación de las secuencias integrantes del BSV al utilizar métodos hortícolas de multiplicación.

partículas virales y la expresión de la enfermedad fue muy aleatoria con respecto al agente de estrés.

Luego Saprás utilizó hibridación substractiva supresora para aislar los genes asociados con la activación de las secuencias integradas en plantas estresadas. En cualquier momento, sólo algunos de los genes en una célula son activos. La actividad se detecta por la presencia del ARN mensajero, el intermediario entre el gen y la proteína que codifica para él. Si Usted toma dos plantas idénticas y las somete al mismo estrés, ambas expresarán genes activados por este estrés. Pero si sólo una planta desarrolla la enfermedad, como consecuencia del estrés experimentado, entonces la comparación de los genes que están activos en cada

Las técnicas modernas de multiplicación y mejoramiento parecen haber despertado las silenciosas secuencias virales que vinieron a descansar en el genoma de banano

genes y si los encontramos sabremos más sobre los mecanismos de activación.”

Mientras tanto, Folliot viaja entre Montpellier, donde está sometiéndole las plántulas de los híbridos y cultivares AAB al cultivo de tejidos, y Camerún, donde las plantas que nunca han sido cultivadas *in vitro* están

Una sociedad entre los sectores privado y público, gestionada por INIBAP, está ayudando a los pequeños productores en Luzon a volver a producir su cultivo tradicional favorito, Lakatan, después de una devastadora epidemia.

Trayendo de vuelta un viejo favorito, de

Las plantaciones intensivas de banana en el Sur de Filipinas ayudan a la rehabilitación de la producción de los pequeños productores en el Norte.



manera capitalista

La mayoría de los filipinos cree que el banana de postre Cavendish, producto básico en el comercio mundial, es bueno sólo para una cosa: exportar a los consumidores menos entendidos en el extranjero. Ellos prefieren el sabor 'dulce-ácido' más complejo (con notas aromáticas) de su propia variedad Lakatan. Sin embargo, una epidemia del virus

La clave del éxito parece estar en asegurar un suministro confiable de plantas cultivadas a partir de los tejidos de alta calidad a precio correcto

bunchy top del banana (BBTV) que se estuvo estableciendo firmemente durante las últimas tres décadas (ver *Un ataque furtivo*) ha verdaderamente sacado de la producción a los pequeños productores en la isla norteña de Luzon, que anteriormente abastecían la mayor

parte del mercado nacional. Aún se puede encontrar el Lakatan en los atareados mercados de frutas de Manila, la capital, pero el precio es alto y la mayor parte de la fruta ahora es cultivada por grandes productores, algunos de ellos multinacionales, en plantaciones en la sureña isla de Mindanao. La producción del Lakatan para el mercado doméstico proporciona una lucrativa actividad secundaria para apoyar su principal negocio, el de

Cursos de capacitación sobre el manejo de plántulas provenientes del cultivo de tejidos organizados en la Mindoro State university (izquierda) y Pampanga Agricultural College (debajo) y en Quezon (derecha).

¿Así que, porqué no todos han pasado a utilizar las plantas provenientes del cultivo de tejidos? Algunos productores pueden estar intimidados por la mano de obra envuelta en la limpieza y resiembra de todo su cultivo. Sin embargo, la clave del éxito parece estar en asegurar un suministro confiable de plantas cultivadas a partir de los tejidos de alta calidad a precio correcto. “El gobierno ha tratado anteriormente de suministrar

destrezas necesarias de manejo para entregar un producto adecuado a un precio viable.” Sólo se necesita un lote malo de plantas, ya infestadas con el virus o que muestran ‘variación somaclonal’ - unas mutaciones debilitantes que a menudo ocurren después de mantener las plantas durante muchos ciclos en el cultivo de tejidos - para socavar la confianza de los agricultores en esta tecnología y disuadirlos de invertir en ella.



exportación de bananos Cavendish a Japón y Corea.

Desde el punto de vista técnico, existe una solución relativamente sencilla al problema del BBTV, basada en el uso de plántulas provenientes del cultivo de tejido que están libres de virus y de hecho de otras plagas y enfermedades. Donde la presión del virus es bastante baja, los productores pueden ser capaces de eludirla desarraigando y reemplazando solo las plantas infectadas. Sin embargo, existen muchas ventajas, aún para los pequeños productores, en replantar enteramente con plantas provenientes del cultivo de tejidos, de ser necesario anualmente, como lo hicieron muchas de las grandes plantaciones. En un sistema así hay menos incertidumbres y los agricultores tienen la opción de introducir rotaciones con otros cultivos, como las legumbres, que diversifican sus fuentes de ingreso y ayudan a restaurar la fertilidad del suelo. La rotación también puede ser beneficiosa en el manejo de otras plagas clave del suelo, como los nematodos.



Los muy apreciados bananos Lakatan se vuelven muy difíciles de cultivar frente a la presión de la enfermedad.

plantas provenientes del cultivo de tejidos directamente a los pequeños agricultores,” recuerda Gus Molina, líder del equipo de INIBAP en Filipinas. “Pero los recursos fueron invertidos en facilidades a pequeña escala, manejadas por el sector público, que a menudo no tenía las

Una segunda oportunidad

INIBAP está revisando el problema, trayendo a socios privados. Con el apoyo del gobierno nacional, a través del *Philippines Council of Agricultural Resources Research and Development (PCARRD)* y el *Department of Agriculture-Bureau of Agricultural Research (DA-BAR)*, INIBAP se ha unido con uno de los más grandes productores bananeros nacionales, *Lapanday Foods*, con base cerca de Davao en la isla sureña de Mindanao, para proporcionar el trampolín a un nuevo gran esfuerzo de ayudar a los pequeños productores de Luzon. ¿Porqué esta vez sería distinto? Lapanday tiene facilidades para el cultivo de tejido a gran escala, produciendo unos tres millones de plántulas de Cavendish cada año para mantener sus propias plantaciones de exportación. Estas facilidades proporcionan la base técnica y economías de escala que permiten a Lapanday suministrar plantas de alta calidad de otras variedades a un precio que aún los pequeños agricultores pueden permitirse.

Lapanday asegura la calidad manteniendo sus cultivos de plantas madres libres de los virus y otras enfermedades. Las plantas son 'indizadas' para asegurar que ellas están libres de virus cada vez que se inicia un nuevo lote en el cultivo de tejidos y un ciclo corto en el cultivo asegura que las plántulas están libres de mutaciones nocivas que de otra manera podrían acumularse.

Lapanday inicialmente ayudó a INIBAP a desarrollar y evaluar el

rentabilidad." El suministro de otros cultivares puede encajar en los 'vacíos' que quedan en la producción de Cavendish y las plántulas van a los productores quienes no compiten directamente con el negocio de exportación bananera de Lapanday, lo que también tiene sentido desde la perspectiva de la estrategia de negocios.

Sin embargo, las plántulas de buena calidad es sólo la primera parte de la historia. Las plántulas



Emily Fabregar de Lapanday, la compañía privada que produce plántulas para los pequeños productores.



Las plántulas están aclimatadas en viveros (Quirino State College nursery, arriba) antes de ser sembradas por los agricultores (derecha).

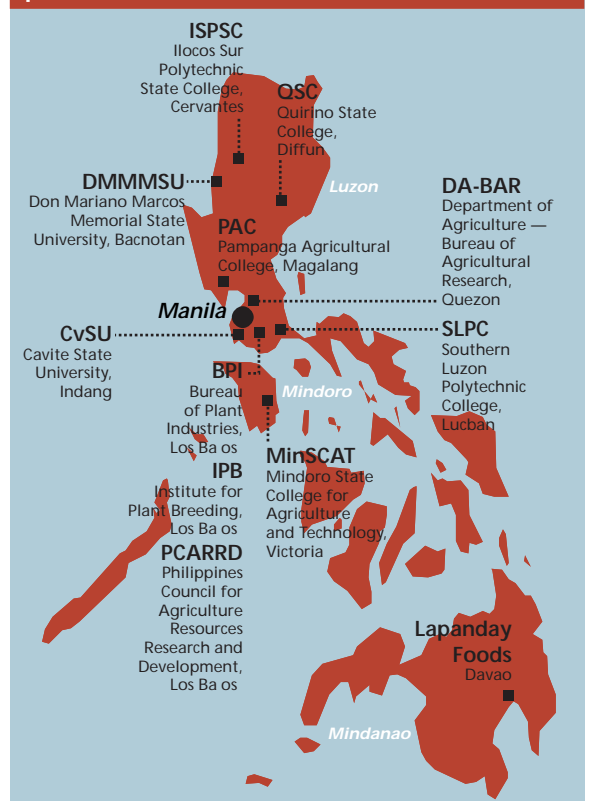
nuevo sistema de producción multiplicando variedades tradicionales y nuevos híbridos, como una de varias iniciativas humanitarias que la compañía emprende. "Si, nos embarcamos en esto inicialmente como sólo otra vía para tratar de ayudar a las comunidades locales," explica Emily Fabregar, Gerente de Investigación y Desarrollo de la subsidiaria *Lapanday Agricultural and Development Corporation* que suministra las plántulas. "Teníamos alguna capacidad disponible en nuestras facilidades de producción y esto nos pareció como una vía útil para mantenerlas ocupadas." Sin embargo, esta actividad secundaria está mostrando signos de convertirse en un negocio viable. El año pasado, Lapanday produjo unas 800 000 plántulas de varios cultivares tradicionales y unos pocos nuevos híbridos, principalmente para los productores en la parte norte del país. "Hasta la fecha, esto no es una fuente real de dinero para nosotros," continúa Fabregar "pero actualmente estamos cubriendo nuestros costos y esto es un buen comienzo en la vía de la

Las plántulas provenientes del cultivo de tejidos son muy pequeñas y delicadas para ir directamente al campo

provenientes del cultivo de tejidos son muy pequeñas y delicadas para ir directamente al campo. Ellas deben ser cultivadas cuidadosamente, bajo una ligera sombra y con abundante agua, para que se produzca material de plantación robusto. Es aquí donde otros proyectos piloto se han tropezado algunas veces: agricultores individuales pueden no ser capaces de lidiar con grandes cantidades de plántulas, que necesitan un cuidado intensivo. Pero si los viveros



Colaborando en red para servir a los productores



especializados se ocuparan de la tarea de aclimatar y distribuir las plantas, los costos podrían salirse de la mano rápidamente. En una versión piloto del esquema, mencionada en el Informe Anual del año pasado, los científicos de INIBAP y de los SNIA capacitaron a algunos agricultores a realizar la aclimatación como un pequeño negocio. Ellos adquirieron las plantas a un precio equivalente a \$0.10 EEUU y las sembraron en el compost preparado especialmente (a menudo basado en polvo

proposición viable. En la provincia de Quirino, por ejemplo, uno de los agricultores que trabaja con el proyecto, Mercurio 'Mokong' Antimano, participó en el programa para agricultores jóvenes de la empresa de microcrédito Quedancor. El esquema incluye un crédito de 300 000 pesos filipinos (\$1 EEUU = 56 pesos filipinos) de los cuales el 60% viene como préstamo, el 25% como una donación y 15% como capital social. En adición, Mokong recibió 100 plántulas provenientes

varios socios del sector público para ayudar a mover el proyecto al siguiente nivel. Lapanday tiene una orden mínima de 2000 plántulas: suficiente para una hectárea de plantación aproximadamente. Estas pueden ser enviadas por avión y servicio expreso a cualquier parte de Filipinas que tiene servicio aéreo. Pocos agricultores individuales en Luzon pueden afrontar el encargo y la siembra de tantas plantas de una vez, así que actualmente varias universidades regionales estratégicamente seleccionadas están actuando como intermediarias, consolidando los pedidos de muchos agricultores y capacitando algunos de ellos, como lo hizo INIBAP anteriormente para establecer viveros y aclimatar plantas.

La *Cavite State University* es una de estas instituciones que han tomado el reto. Apoyándose en una sólida reputación en la investigación y desarrollo de café, el personal de Cavite ha tomado el proyecto con entusiasmo. "Este es el tipo de trabajo que lleva la investigación y sus resultados a las comunidades locales, en el cual nosotros nos distinguimos y del cual realmente disfrutamos", se entusiasma Simeon Crucido, Vice-Presidente de Investigación y líder del equipo de investigación bananera de Cavite.

Junto con el Lakatan familiar, los agricultores están evaluando nuevos bananos de postre y de cocción que sobresalen con buenos informes del Programa Internacional de Evaluación de *Musa* de INIBAP. Algunos agricultores están ciertamente descubriendo que el nuevo sistema de producción y las nuevas variedades están llenando sus necesidades. Domingo 'Domeng' Mojica, un productor bananero en Banaba Cerca, es uno de los participantes que trabaja con la *Cavite State University*. Inicialmente, él obtuvo 100 plántulas de Lakatan, Bungulan, FHIA-03 y FHIA-23, provenientes del cultivo de tejidos, y empezó la siembra en octubre de 2003. Como lo admite él mismo, estaba muy



Simeon Crucido de la Cavite State University y Gus Molina de INIBAP examinan plantas de banana listas para distribuir a los agricultores.

proveniente de la fibra de coco, un subproducto de la industria filipina de producción cocotera), en bolsas de plástico. Los cultivan durante seis semanas en bolsas de plástico bajo la sombra de una red, y venden los bananos robustos listos para sembrar a otros agricultores a un precio de alrededor de \$0.30 EEUU. Este es un precio manejable para la mayoría de los productores pero que proporciona a los dueños de los viveros un margen adecuado.

Claro, lo 'manejable' depende en gran medida de las circunstancias y percepciones del agricultor individual. Para algunos, las empresas de microcrédito pueden desempeñar un papel importante ayudando a convertirles la producción de plántulas a partir del cultivo de tejidos en una

del cultivo de tejidos de Lakatan, Bungulan, Cavendish, FHIA-23, FHIA-25 y Grande naine, de la Universidad Estatal de Quirino en septiembre de 2003. Basándose en su éxito anterior, Mokong piensa utilizar el dinero de la donación para expandir su plantación en dos hectáreas y media. Al preguntarle que tipo de material de siembra utilizaría, plántulas provenientes del cultivo de tejidos o retoños, Mokong contesta con confianza: "plántulas provenientes del cultivo de tejidos, debido a que son más uniformes y traen más ingresos."

Uniéndose con mas socios

Habiendo comprobado la viabilidad básica del sistema, INIBAP, PCARRD y DA-BAR actualmente se están uniendo con

Un ataque furtivo



“Es difícil de localizar con precisión el inicio de la epidemia del virus bunchy top del banano,” de acuerdo al coordinador para Asia y el Pacífico de INIBAP, Gus Molina, patólogo y entusiasta bananero de Filipinas. “La enfermedad ha estado aquí al menos desde las décadas de los 50 y 60, pero se estuvo propagando más bien lenta e irregularmente. En cierto modo la severidad de la situación se ha desplomado sobre nosotros y puso a muchos pequeños productores fuera del negocio, o los hizo cambiar a otros cultivos antes de que nosotros fuéramos capaces de ayudarles a encontrar maneras de vencer la enfermedad”.

El virus es propagado por el áfido del banano, *Pentalonia nigronervosa*. La infestación del cultivo por el áfido del banano es mucho menos obvia que la de muchos otros áfidos, porque sus colonias relativamente pequeñas permanecen principalmente escondidas dentro de las bases foliares traslapadas que forman el ‘tronco’ de una planta

de banano. Al alimentarse, el áfido causa pocos daños obvios y los primeros síntomas del virus que él ha transmitido pueden ser obvios sólo durante el siguiente ciclo de crecimiento de la planta cuando el retoño, propuesto a reemplazar a la ‘planta madre’, emerge severamente dañado. Los grandes productores son muy disciplinados con respecto a desarraigar estas plantas infectadas a la primera señal de enfermedad y así mantenerse adelante de la enfermedad. No se puede esperar frutas de plantas infectadas con el virus, pero los pequeños agricultores, quienes posiblemente no entienden la naturaleza de la enfermedad o la urgencia de la amenaza que ésta representa, pueden bien dejar la planta para que esta se convierta en una fuente de infección para el resto de la finca. “Cuando ellos se den cuenta de cuan grave es el problema y hayan obtenido un diagnóstico adecuado de la enfermedad de un agente extensionista, probablemente será demasiado tarde para salvar el cultivo”, explica Molina. “Muchos agricultores no tienen los recursos, las reservas, para recuperarse de un semejante desastre.”

Como sucede a menudo con los problemas de plagas y enfermedades, especialmente aquellos que involucran enfermedades procedentes de vectores cuya propagación secreta puede no ser entendida bien por los agricultores, la vía para una solución empieza con la educación de los agricultores. Una vez que los agricultores hayan entendido la ecología de la plaga y los problemas de la enfermedad, ellos son más capaces para tomar decisiones informadas sobre las contramedidas, incluyendo cualesquiera decisiones sobre la inversión que debe hacerse en nuevas tecnologías, como las plantas provenientes del cultivo de tejidos.

Mientras tanto, los investigadores tienen su parte de trabajo en añadir a nuestro entendimiento la enfermedad. Por ejemplo, ellos necesitan descubrir si alguna de las numerosas plantas alternativas hospedantes para los vectores áfidos son, en la práctica, importantes para la epidemiología de la enfermedad y si otros cultivos o especies silvestres pueden servir como reservorios para el virus. Por el momento los investigadores ni siquiera están seguros de si otros cultivares de banano, como Saba, un banano de cocción, también popular en Filipinas, que no muestran los síntomas del virus, pueden realmente albergar la enfermedad

escéptico al principio: ¿cómo estas pequeñas plantitas podrían darle una planta vigorosa con un racimo grande? Pero con las nuevas plantas y consejos de INIBAP y la *Cavite State University*, Domeng fue capaz de mantener su finca libre de enfermedades y convertirla en rentable. Sus plantas madres produjeron racimos pesados y actualmente él es capaz de vender sus bananos a 250-300 pesos filipinos/racimo. “Yo tengo suficientes ingresos de los bananos que ahora van a mi cuenta de ahorros,” reflexiona Domeng. Para la siguiente época de siembra, Domeng tiene órdenes pendientes para más plántulas provenientes del cultivo de tejidos. Es muy temprano para

Las nuevas variedades ofrecen la posibilidad de diversificar la producción de los agricultores y así distribuir sus riesgos

decir que la producción del Lakatan se asiente nuevamente en Luzón, pero mientras tanto, las nuevas variedades ofrecen la posibilidad de diversificar la producción de los agricultores y así distribuir sus riesgos.

En la siguiente etapa, las universidades esperan entregar su papel de agente al sector privado y así lanzar una nueva industria viable. Las universidades u otros cuerpos del sector público probablemente continuarán siendo socios en el sentido de proporcionar respaldo técnico, posiblemente control de calidad para las plántulas y vigilancia de cualquier otra amenaza al sistema. El Gobierno de Filipinas tiene suficiente confianza en el futuro de esta iniciativa al tomar el apoyo de los donantes internacionales de INIBAP para la presente fase de desarrollo y ya se habla de un proyecto a escala nacional.

Mientras tanto, INIBAP continúa trabajando con algunos socios en investigación para establecer los siguientes pasos y otras opciones para un sistema de producción elástico y viable. Entre los temas que siguen siendo investigados están el período de tiempo que el agricultor puede esperar antes de resembrar la plantación con plantas frescas provenientes del cultivo de tejidos y los mejores cultivos para usar como rotaciones con el banano para prevenir la acumulación de los nematodos. Molina espera que la resiembra anual sea necesaria sólo en las áreas sujetas a la más fuerte presión del BBTB, y se están realizando investigaciones, por ejemplo, sobre la epidemiología del virus con el fin de tratar de entender que es lo que tienen las áreas favorecidas por el virus.

Entre las lecciones que INIBAP está aprendiendo a través de este proyecto está el como trabajar con los diversos socios de los sectores público y privado para resolver problemas prácticos con las limitaciones de una industria económicamente competitiva. Y, ya que los problemas técnicos están resueltos en Filipinas, INIBAP está trabajando a través de sus redes regionales de BAPNET para identificar nuevos socios con quienes plantar las semillas con el mismo éxito en otros países. ■

INIBAP en pocas palabras

La agenda de trabajo de INIBAP está repartida en cuatro áreas temáticas:

- La conservación y manejo de la diversidad
- El uso de la diversidad para el mejoramiento genético
- El apoyo a la investigación y desarrollo en las regiones
- El suministro de información.

Los avances en cada área temática están resumidos junto con las actividades de las redes temáticas y regionales, para las cuales INIBAP proporciona el secretariado.

Conservación y manejo de la diversidad

Conservación y manejo de la diversidad

Las actividades en la conservación y manejo de la diversidad genética de los bananos están centralizadas en la moderna Colección internacional de germoplasma de *Musa* manejada por INIBAP en el ITC¹ en la KULeuven, con el apoyo del Directorio General para Cooperación al Desarrollo de Bélgica. La mayor parte de la colección se mantiene en 'fideicomiso', bajo los auspicios de la FAO para el beneficio de la comunidad internacional y está disponible al público mediante un acuerdo estándar de transferencia del material vegetal. Actualmente se está llevando a cabo la modernización de la colección, financiada por el Banco Mundial y la Fundación Gatsby, para rejuvenecer y validar la taxonomía de la colección *in vitro* y para que la colección entera sea puesta en almacenamiento seguro a largo plazo, en nitrógeno líquido (crioconservación). Los avances en la conservación de germoplasma, y la crioconservación en particular, han ayudado a colocar a INIBAP y a KULeuven en una posición donde ellas pueden ofrecer su experiencia o capacitar otros bancos genéticos. Entre otras actividades se encuentran el manejo de los datos sobre las accesiones de *Musa* en todo el mundo, la investigación de las enfermedades virales y la caracterización molecular y morfológica de las accesiones.

Recolección

- En enero, el Prof. Edmond De Langhe realizó una consulta en la República Democrática de Congo para planificar la recolección de cultivares de plátano en la cuenca oriental del río Congo.
- Se realizaron las preparaciones necesarias por parte de los asociados de la Universidad de Kisangani para albergar los cultivares que se recolectarán en 2005. La colección se expandirá para incluir los plátanos provenientes de la cuenca del río Congo que no se encuentran en las colecciones de campo de CARBAP e IITA, a saber cultivares enanos, semienanos, con fructificación temprana y resistentes a la sequía.
- Se ha desarrollado un plan de trabajo para el mantenimiento de la colección en el campo y se han identificado las áreas de recolección.

Conservación

- Actualmente, en el banco genético 1177 accesiones se encuentran bajo condiciones de crecimiento lento (de las cuales 986 están 'en fideicomiso').
- Siete accesiones recibidas de Omán en 2003 fueron transferidas oficialmente a la colección del ITC en 2004.
- En el transcurso de 2004, 1245 muestras fueron removidas del medio de almacenamiento a medio plazo (MTS) para realizar el subcultivo anual. Los cultivos fueron revisados con respecto a la contaminación fungosa y viabilidad y sólo los cultivos satisfactorios fueron utilizados para establecer una serie fresca de 20 cultivos de ápices proliferantes.
- El trabajo sobre el rejuvenecimiento de la colección que empezó en 2001, continuó. Este trabajo involucra la regeneración de las muestras de cada accesión, cultivo de las plantas en invernaderos y luego su decapitación para suministrar retoños, a partir de los cuales se establecen nuevos cultivos. En 2004, 106 accesiones, incluyendo 89 accesiones que fueron plantadas por primera vez y 17 accesiones que necesitaban replantación porque las plantas se habían muerto después de la plantación o después de la decapitación, fueron transferidas a los invernaderos donde su vigor y morfología son verificados cada dos

¹ Ver página 44 para los nombres completos de acrónimos y abreviaturas.

meses. Durante el mismo período, 224 accesiones fueron devueltas al MTS.

- En 2004, 358 accesiones fueron enviadas a los sitios de campo en Camerún (173), Guadalupe (43), Honduras (46), Filipinas (69) y Uganda (27) para evaluar su identidad varietal.
- La Universidad Putra Malaysia inició la implementación de un acuerdo para crioconservar embriones zigóticos de las especies silvestres de banano, empezando con el examen del protocolo de crioconservación.
- KULeuven continuó trabajando con Infruitech-Nitvoorbij en África del Sur y CIBE-ESPOL en Ecuador para crioconservar la colección. Para finales de 2004, 306 accesiones de banano fueron crioconservadas en KULeuven, 4 en Infruitech y 10 en ESPOL. La llegada a ESPOL del material vegetal proveniente del ITC fue demorada por formalidades, mientras que el progreso en Infruitech fue obstaculizado por una contaminación bacteriana.
- La investigación del protocolo para crioconservación de meristemas proliferantes utilizando el método de congelación simple mostró que para los cultivares Cacambou, Grande naine y Williams, la tasa de regeneración de los retoños aumentó después de la aplicación de 0.1 a 0.5 mM de colesterol, sitosterol o stigmaterol al medio de precultivo de sacarosa. Las frecuencias de regeneración después de la descongelación utilizando el método de vitrificación no fueron afectadas por la adición de los sterol.
- En general, la adición de 1 mM de poliaminas y aminos aromáticos a los medios de precultivo o de regeneración no afectó la regeneración de los retoños de los meristemas de banano después de la descongelación. La adición de tiramina al medio de precultivo mejoró la tasa de regeneración de los retoños de Cacambou y Williams después de la descongelación utilizando el método de congelación simple.
- La KULeuven contrató a un técnico y lo capacitó en crioconservación para empezar el trabajo en una copia de seguridad de la colección que se guardará en algún otro lugar y servirá como un seguro contra la pérdida física de la colección mantenida en Lovaina.
- La administración de la colección se hizo más fácil con la instalación de un sistema de manejo de datos que registra la mayoría de los aspectos de la información sobre las accesiones, desde los resultados de indización para detectar los virus, hasta los niveles de reservas. La información es accedida desde una unidad manual que lee los códigos de barra atados a cada accesión. A todas las accesiones se les asignaron códigos de barra y actualmente los datos de estas accesiones son ingresados de manera habitual en la base de datos mediante este dispositivo. Se están haciendo mejoras al sistema que también facilitará el intercambio de información con el MGIS.
- En respuesta a las demandas de ADN, el ITC desarrolló un protocolo de secado por congelación y estableció una colección de muestras foliares liofilizadas, lo que significa que aún las accesiones infectadas con virus pueden estar disponibles para estudios moleculares. En 2004, 465 muestras de 63 accesiones rejuvenecidas han sido liofilizadas. Cada muestra consiste de ± 1 g de tejido foliar fresco (o 0.1g de tejido liofilizado) y es mantenida en una bolsa plástica sellada contra aire y agua que es mantenida en un congelador a -20°C . Las muestras foliares estarán disponibles en 2005.

Caracterización

- El Laboratorio de Citogenética y Citometría Molecular en el IEB finalizó la determinación del nivel de ploidía de 1150 accesiones mantenidas en el ITC al final del proyecto. Se utilizó la técnica de citometría de flujo. El método mide el contenido de ADN nuclear, que es directamente proporcional al número de cromosomas. El análisis corroboró la ploidía de 958 accesiones y reveló el nivel de 81 accesiones desconocidas hasta la fecha (Figura 1). Para 88 accesiones, el nivel de ploidía resultó ser diferente del nivel aceptado previamente.
- Las actividades de caracterización financiadas por el *Generation Challenge Programme (unlocking genetic diversity in crops for the resource-poor* – descubrir la diversidad genética en los cultivos para las personas con escasos recursos), se presentan en la sección sobre el Consorcio Global de la Genómica de *Musa* en la página 29.
- Como parte de un proyecto financiado por el IFAR, la diversidad genética en 15 poblaciones de *Musa balbisiana* procedentes de China fue estudiada utilizando la técnica AFLP. Se revelaron altos niveles de diversidad genética. La aplicación de la técnica AFLP a 281 plantas generó 199 bandas.
- En otro proyecto financiado por el IFAR, se utilizaron microsatélites para diferenciar 10 híbridos FHIA con el fin de facilitar su identificación y la conservación de los tipos normales de estas variedades. Diez microsatélites fueron suficientes para discriminar entre el FHIA-01 y el FHIA-18 pero no para otros híbridos.

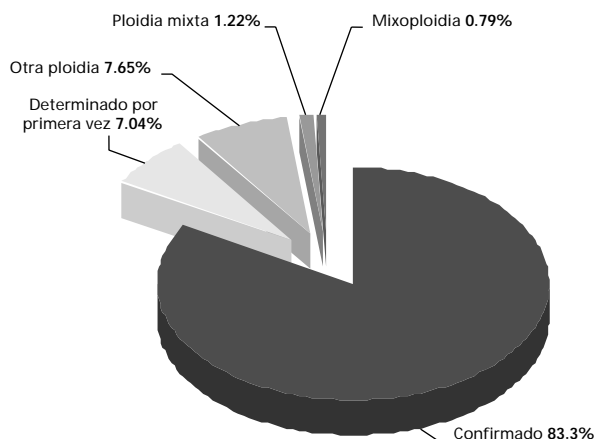


Figura 1. Distribución de 1150 accesiones de *Musa* en relación con su nivel de ploidía antes y después del análisis mediante citometría de flujo. Mixoploidía se refiere a una planta que contiene células de diferente ploidía (por ejemplo, 2x y 3x). Ploidía mixta se refiere a las accesiones representadas por las plantas de diferente ploidía.

Diseminación

- En 2004, un total de 919 accesiones, representadas por 3425 muestras de cultivo de tejidos, fueron enviadas por el ITC a 32 países, lo que representa un 33% más que en 2003. El aumento se debe principalmente al inicio, en 2004, de la actividad de verificación en el campo como parte del rejuvenecimiento de la colección.
- La mayoría de las muestras (64%) fue enviada como plántulas enraizadas.
- En 2004, ocho accesiones fueron enviadas al Centro de indización para la presencia de virus de QDPI en Australia y nueve al de CIRAD en Francia. No se presentaron resultados de indización este año. La proporción de plantas libres de virus y de las plantas infectadas con virus se presenta en la Figura 2.

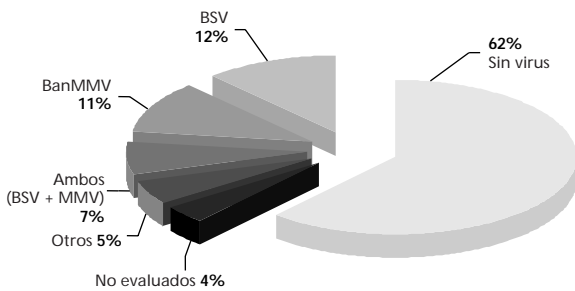


Figura 2. Estado sanitario con respecto a virus de la colección de germoplasma de banano.

Investigación de los virus

- Como parte de un proyecto financiado por el Banco Mundial, la *Faculté des Sciences Agronomiques* de Gembloux ha mostrado que un protocolo basado en termoterapia combinado con el aislamiento de meristemas es el método más eficaz para eliminar el virus BanMM, que infecta el 18% de la colección. La erradicación habitual del virus BanMM empezó en 2004. De las 100 accesiones que más o menos necesitaban el tratamiento, 5 plantas enraizadas de las primeras 20 accesiones fueron enviadas a Gembloux.
- Las plántulas que muestran ser negativas para el virus después de la terapia son devueltas al ITC, donde se establece una nueva serie de cultivos proliferantes a partir de una planta sana y cinco plantas enraizadas son preparadas para una indexación completa para detectar la presencia de los virus en uno de los Centros de indexación de virus. El proceso completo tomará alrededor de un año y medio.
- El PPRI desarrolló una prueba ELISA de sándwich triple de anticuerpos (TAS) capaz de detectar un amplio rango de aislados del BSV.
- Se inició una encuesta sobre la diversidad molecular del BSV en Colombia, Ecuador, Costa Rica y México para proporcionar datos para la evaluación de riesgos. Treinta muestras han sido enviadas de Colombia a CINVESTAV en México para su evaluación.
- Los científicos del CIRAD que estudian el efecto del cultivo *in vitro* sobre la activación del BSV han observado, que el material que contiene el genoma B, indexado como libre de virus BSV(-), podría producir clones infectados después de la multiplicación *in vitro*. Este trabajo debe continuar paralelamente con el monitoreo del estado virológico en campo de las plantas que han sido indexadas como BSV(-) y verificación del impacto sobre la activación de técnicas de multiplicación como el PIF. (*Para más información, ver el artículo "Patógeno a pesar suyo" en la página 14.*)

MGIS

- Un total de 5174 accesiones de 17 instituciones están incluidas en la base de datos MGIS.
- Actualmente, la base de datos MGIS está enlazada con la base de datos SINGER, Red de información integral de CGIAR para recursos genéticos.
- Como parte de la evolución de la base de datos MGIS, esta se enlazó con el sistema de manejo del banco genético del ITC.

Utilizando la diversidad para el mejoramiento genético

El apoyo de INIBAP al mejoramiento de los cultivos se concentra en la ampliación de la base genética de los materiales disponibles para los mejoradores de banano y plátano alrededor del mundo, facilitando los intercambios entre los mejoradores, alentando las interacciones con los especialistas en plagas y enfermedades, y ayudando a los mejoradores a lograr una evaluación y producción lo más amplias posibles de los materiales mejorados que resultan de su trabajo. La mayor parte de esta agenda se cumple a través de las redes y consorcios para los cuales INIBAP proporciona el secretariado (ver adelante). La red *PROMUSA* y sus grupos especializados de trabajo buscan reunir y brindar apoyo a los muy pocos programas de mejoramiento de *Musa*. Entretanto, las técnicas moleculares se vuelven muy importantes en el entendimiento de la diversidad en el genoma de *Musa*, cómo este funciona, y cómo puede ser utilizado en el mejoramiento del cultivo. El Consorcio Global de la Genómica de *Musa*, un vástago de *PROMUSA*, busca lograr las sinergias reuniendo a los investigadores que trabajan a nivel molecular. El *Generation Challenge Programme* ha proporcionado un ímpetu a la investigación en esta área y el Consorcio ya ha desempeñado su papel clave al reunir grupos de investigación que trabajan en *Musa* para desarrollar una respuesta coherente a esta nueva oportunidad.

Evaluación de nuevas variedades

A través del Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (IMTP), INIBAP facilita la evaluación de nuevas variedades mejoradas de banano en diferentes sitios alrededor del mundo. Una década después de su lanzamiento, el IMTP está en su tercera y aún más ambiciosa fase. Treinta y cinco variedades, incluyendo variedades mejoradas prometedoras de todos los seis programas de mejoramiento principales, han sido diseminadas y están siendo evaluadas por 50 socios en 25 países en el marco de la fase III del IMTP. Por primera vez, dos compañías privadas en Asia han participado en los ensayos. Los países donde se localizan los sitios de ensayo son África del Sur, Australia, Bangladesh, Burundi, Camerún, China, Colombia, Costa Rica, Côte d'Ivoire, República Dominicana, Etiopía, Filipinas, Haití, Honduras, India, Indonesia, Malasia, México, Nicaragua, Perú, Rwanda, Sri Lanka, Uganda, Venezuela y Vietnam.

- Actualmente, todos los ensayos ya están sembrados y todos los asociados han empezado la evaluación del desempeño. Una serie completa de datos de cinco instituciones ya ha sido recibida para el análisis y se integró a una base de datos centralizada.
- Los ensayos en Lapanday y Dole en Filipinas, así como los ensayos en Vietnam, están completos y los datos están siendo compilados para su presentación.

Desarrollo de variedades mejoradas de los bananos de altiplanos de África Oriental utilizando biotecnología

Donante: Gobierno de Uganda, USAID, Gobierno de Bélgica, Fundación Rockefeller

Participantes por países: África del Sur: FABI-Universidad de Pretoria; Bélgica: KULeuven; Francia: CIRAD; Uganda: IITA, NARO, Universidad de Makerere.; Reino Unido: JIC

En 2000, en respuesta a una solicitud del Gobierno de Uganda y USAID, INIBAP estableció un proyecto para desarrollar los bananos de los altiplanos de África Oriental AAA (EAHB) mejorados a través del uso de biotecnología. Las metas fueron modificar genéticamente ocho variedades de cocción y cerveceros para que expresasen resistencia a los nematodos, Sigatoka negra y picudos negros, y para fomentar la

PROMUSA

El Programa Global para el Mejoramiento de *Musa*, PROMUSA, reúne seis programas mundiales de mejoramiento de *Musa* y más de 100 investigadores para concentrarse en el cultivo realizado por los pequeños agricultores. Los grupos de trabajo se dedican a la Sigatoka, marchitamiento por *Fusarium*, Nematología, Picudo negro del banano, Virología y Mejoramiento genético. También se iniciaron consorcios de la genómica del banano y de *Mycosphaerella* y un consorcio de mejoramiento. INIBAP proporciona el secretariado.

- El "Primer Congreso Internacional sobre *Musa*" organizado por PROMUSA y MARDI tuvo lugar en Malasia del 6 al 9 de julio de 2004. Unos 250 delegados, tanto de los institutos públicos, como privados, así como del sector comercial, participaron en el congreso. El tema "Tomando las riendas de la investigación para mejorar los medios de vida" fue escogido para ilustrar el compromiso de PROMUSA con el fomento del conocimiento a través de disciplinas y regiones, y que, en un curso adecuado, debería producir un impacto directo sobre el mejoramiento de los medios de vida de los agricultores bananeros y sus comunidades en todo el mundo.
- La 4ª Reunión Global de PROMUSA se celebró del 12 al 13 de julio de 2004 en Malasia. Cada grupo de trabajo se reunió para examinar prioridades científicas y elegir a un coordinador. Los coordinadores son: Dirk De Waele (Nematología); Jaroslav Dolezel, IEB (Mejoramiento genético); Andrew Geering, QDPI (Virología); Cliff Gold, IITA (Picudo negro del banano); Geert Kema, WAU (Sigatoka); Michael Pillay, IITA (Mejoramiento) y Altus Viljoen, FABI (Fusarium).
- Dos poblaciones separadas para evaluar la resistencia de los bananos a los nematodos, suministradas por el CIRAD, han sido evaluadas en el campo en CORBANA, Costa Rica.
- Nuevos híbridos de CARBAP, en Camerún, han sido enviados al ITC en Bélgica para la indexación del virus y posterior evaluación.

capacidad nacional de Uganda en el uso de las herramientas modernas de biotecnología con el fin de desarrollar variedades resistentes a plagas y enfermedades de alto rendimiento de este cultivo. Se renovaron y equiparon dos laboratorios para el cultivo de tejido e investigación molecular en la NARO y se capacitó un equipo de investigadores y técnicos en el proceso de establecimiento de suspensiones de células embriogénicas con el respaldo técnico de KULeuven, CIRAD y JIC. A través del proyecto, tres científicos ugandeses están obteniendo grados doctorales y aprendiendo las últimas técnicas mientras realizan investigaciones originales en el descubrimiento de genes, evaluación y transformación del banano.

- Dada la dificultad de reproducir la tecnología de cortes 'scalp' utilizando los cultivares EAHB, en 2004 se decidió concentrarse en la utilización de las flores masculinas para iniciar las suspensiones celulares. Las flores masculinas de cuatro de los ocho cultivares seleccionados originalmente, Mbwazirume, Nakinyika, Nakitembe y Mpologoma, se utilizan regularmente como material de inicio de cultivos de suspensiones celulares.
- Se obtuvieron callos embriogénicos para Mbwazirume y Nakinyika y se iniciaron las suspensiones celulares.
- Las suspensiones celulares del cultivar Sukali ndizi (AAB) continúan su buen desempeño.
- Se realizó la transformación mediante *Agrobacterium* de las suspensiones celulares de Sukali ndizi utilizando el gen marcador GUS, confirmando la posibilidad de



Figura 3. Las Cistatinas de papaya (inserción) fueron rediseñadas y dadas en alimento a los picudos negros. Las larvas que se alimentaron de cistatinas modificadas han disminuido significativamente su crecimiento (a la derecha) en comparación con las larvas testigo (a la izquierda).

la aplicación del sistema de transformación con *Agrobacterium* desarrollado en la KULeuven.

- El equipo de crioconservación fue adquirido y la crioconservación de suspensiones celulares empezó en febrero de 2004. Diecisiete líneas celulares fueron crioconservadas, de las cuales 13 fueron establecidas nuevamente en el medio líquido. Todas las líneas celulares que se establecieron bien en el medio líquido (es decir, las células se multiplicaron y aumentaron en volumen) y mantuvieron su potencial embriogénico fueron menores de un año de edad al momento de la crioconservación.
- La acción inhibitoria sobre el desarrollo del picudo negro del banano (*Cosmopolites sordidus*) de una cistatina de papaya fue mejorada por la generación de mutantes con ligamiento y estabilidad mejorados (Figura 3). Basándose en un análisis de sus secuencias de aminoácidos, se crearon 18 mutaciones y se evaluaron con respecto a su habilidad de inhibir enzimas digestivas. En las evaluaciones preliminares, la inhibición fue mejorada en 11 de las 18 cistatinas mutantes.
- Se desarrolló una biblioteca de cADN utilizando plantas infestadas artificialmente con los huevos del picudo negro y plantas no tratadas. Se aislaron y clonaron varios productos de substracción. Se secuenciaron los insertos obtenidos después de la digestión con las enzimas de restricción. Las secuencias parecen pertenecer a una familia de genes variables que podrían estar involucrados en la resistencia a los picudos negros del banano.
- Se ha desarrollado una técnica que permite a los nematodos *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* absorber sustancias de un medio líquido. Esto permitirá la evaluación de varias lectinas y, como tal, la identificación de genes potenciales para controlar los nematodos.

Desarrollo de protocolos de transformación genética

Con el financiamiento de Bélgica, INIBAP sigue estudios dirigidos a refinar los protocolos para el desarrollo y almacenamiento de materiales de inicio para la transformación genética y para la optimización del proceso de transformación. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio para el Mejoramiento de Cultivos Tropicales en la KULeuven.

- En 2004, se realizaron 13 experimentos en crioconservación con 8 líneas celulares cada uno. Para cada línea celular, un promedio de ocho criotubos

Consorcio Global de la Genómica de *Musa*

Participantes por países: Australia: DPIF, QUT, Universidad de Queensland; Austria: ARC, FAO/IAEA; Bélgica: KULeuven, UCL, Universidad de Gent; Universidad de Liege, Universidad de Gembloux; Brasil: CENARGEN/EMBRAPA, Universidad Católica de Brasilia; República Checa: IEB; Finlandia: Centro para Biotecnología de Turku; Francia: CIRAD, INIBAP; Alemania: MIPS/GSF; India: IIHR; Japón: NIAS; Malasia: UM; México: CICY, CINVESTAV; Nigeria: IITA; Uganda: IITA-ESARC; Reino Unido; Universidad de Leicester; EEUU: Universidad Estatal de Arizona, NSF, TIGR, Universidad de Georgia; Universidad de Minnesota

Este Consorcio reúne la experiencia de 30 instituciones públicas en 16 países. Además de estimular una estrecha colaboración, el consorcio permite compartir recursos de investigación, incluyendo los datos de secuencias y las tecnologías capacitantes. Los datos de secuencias producidos por el Consorcio estarán colocados en el dominio público y cualesquiera nuevas variedades estarán disponibles gratuitamente para los pequeños agricultores. La estrategia general del Consorcio es adoptar un enfoque gradual, concentrándose en la genómica comparativa (basada en el genoma de arroz, mejor conocido) y teniendo como objetivo el descubrimiento de los genes. INIBAP proporciona el secretariado. El financiamiento es facilitado por los miembros a través de los proyectos individuales. Muchas de las actividades del Consorcio dependen del financiamiento de los institutos miembros. También se han establecido varias agrupaciones regionales entre los miembros.

- La 3ª reunión del Consorcio Global de la Genómica de *Musa* se celebró en Malasia el 10 de julio y asistieron 22 participantes de 12 países.
- La KULeuven ha sido sugerida como Centro de recursos transgénicos de *Musa* para el Consorcio, es decir, proporcionar a los asociados plantas transformadas con su gen de interés y coordinar con los asociados interesados la generación y la utilización de una población mutante mediante la inserción de T-ADN.

El *Generation Challenge Programme*, que entró en operación en 2004, ha proporcionado apoyo para las actividades de los miembros del Consorcio en la caracterización de la diversidad genética, genómica comparativa y bioinformática.

Subprograma diversidad genética:

- Un primer juego de 48 accesiones que están representadas en el ITC y en la colección de campo del CIRAD en Guadalupe, fue seleccionado para la caracterización de genotipos utilizando marcadores SSR e IRAP. El ADN fue extraído en el CIRAD y enviado a IAEA y a la Universidad de Leicester.
- El equipo de la Universidad de Leicester analizó las 48 accesiones utilizando los marcadores IRAP. Los resultados fueron comparables con los obtenidos utilizando los marcadores basados en ADN y a un menor costo.
- FAO/IAEA desarrollaron 53 marcadores SSR de una pequeña biblioteca de insertos enriquecida para los motivos SSR y de las secuencias terminales de BAC. La fiabilidad de estos marcadores está siendo evaluada con las 48 accesiones seleccionadas por el Consorcio.
- Se seleccionó un segundo juego de 186 accesiones principalmente de la colección del IITA. El ADN extraído en el IITA fue enviado a CIRAD y ambos institutos están llevando a cabo la caracterización molecular utilizando 27 marcadores SSR.
- El 4º Curso de Capacitación Interregional FAO/IAEA sobre Caracterización de Germoplasma Mutante Utilizando Marcadores Moleculares se celebró del 27 de septiembre al 22 de octubre de 2004 en la IAEA en Viena, Austria. El apoyo del *Generation Challenge Programme* permitió la participación de varios investigadores de *Musa*.

Subprograma genómica comparativa:

- El equipo de la Universidad de Leicester diseñó iniciadores utilizando regiones conservadas de los ortólogos de genes. Se han desarrollado unos 80 pares de iniciadores y se han identificado 360 secuencias. Está emergiendo un cuadro de variabilidad genética entre las accesiones y la magnitud de conservación de genes entre *Musa* y otras especies.
- Para identificar los marcadores COS comunes al arroz/sorgo y *Musa*, en CIRAD se utilizaron 49 clones de cADN de sorgo y arroz para cribar la biblioteca BAC de *Musa acuminata* Calcutta 4. El uso de las sondas heterólogas RFLP de sorgo demostró que éstas son inadecuadas para crear enlaces entre los mapas genéticos de las monocotiledóneas.
- Dos bibliotecas de cADN de SSH fueron desarrolladas en CIRAD para entender mejor la variación somaclonal y el desarrollo de las plantas.
- En el IITA están siendo desarrollados métodos de perfiles de expresión génica para identificar marcadores para la selección de accesiones de *Musa* con tolerancia a la sequía y con alta eficacia en uso del agua.

Subprograma Bioinformática:

- INIBAP organizó un taller para el análisis de los EST, donde ocho personas de los institutos miembros de Brasil, India, Malasia, Nigeria y Francia fueron capacitadas para analizar las secuencias EST de sus institutos. Los datos genómicos se pusieron a disposición del público en un portal de información en el sitio de Internet del Consorcio. En la reunión anual del *Generation Challenge Programme*, se expresó un reconocimiento especial a INIBAP por su apoyo al fomento del conocimiento.
- Se ha desarrollado un prototipo utilizando la tecnología del sitio web BioMoby, para acceder a los datos de caracterización molecular en la base de datos en línea TropGENE de CIRAD, utilizando el número de identificación de la accesión, que enlaza eficazmente los datos de pasaporte en el MGIS con los datos moleculares en TropGENE.
- En Agrópolis se evaluaron sistemas de administración de información en laboratorios y un programa para la identificación de los SSR.

Centro de Recursos Genómicos de *Musa*

El Centro de Recursos Genómicos de *Musa* (MGRC), basado en el IEB en la República Checa, ha estado activo en la distribución de los recursos genómicos de *Musa* a los miembros del consorcio y en el desarrollo de nuevos recursos. El propósito del centro de recursos es suministrar bibliotecas de ADN, clones de ADN individuales, marcadores para la citogenética molecular y filtros para las colonias de alta densidad, a los miembros del Consorcio. Tres bibliotecas BAC están disponibles a través del centro de recursos, como platos con 384 o 96 cavidades o como filtros para las colonias de alta densidad y, excepcionalmente, como clones individuales. También se mantiene una creciente colección de clones repetitivos de ADN los cuales se caracterizan por el número de copia, distribución genómica en *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, y la similitud en las secuencias conocidas de ADN. Los marcadores citogenéticos disponibles para la distribución incluyen aquellos para los loci 5S y 45S de ARN ribosomal. Se están desarrollando nuevos marcadores citogenéticos basados en los clones BAC aislados de las bibliotecas genómicas.

Se está preparando un acuerdo marco para fortalecer las actividades de compartir recursos e información entre los miembros del Consorcio.

Consorcio de la Genómica de *Mycosphaerella*

Participantes por países: Brasil: EMBRAPA; Cuba: IBP; Francia: CIRAD; México: CICY; Países Bajos: PRI; Suiza: ETH; EEUU: BTI

El Consorcio Internacional de la Genómica de *Mycosphaerella* reúne a siete participantes de siete países, quienes tienen un interés compartido en la investigación de las especies *Mycosphaerella*. Las actividades presentes están dirigidas a elaborar una colección de aislados de *Mycosphaerella*, mapas de poblaciones y cepas transgénicas en CIRAD, bajo los auspicios de INIBAP, para ponerlas a la disposición de la comunidad de investigadores bananeros.

- Los miembros del Consorcio Internacional de la Genómica de *Mycosphaerella* se reunieron en Malasia el 9 de julio de 2004. Se discutió el desarrollo de un sitio de Internet y se propuso que la colección internacional de los patógenos de *Mycosphaerella* que atacan a los bananos (*M. fijiensis*, *M. musicola* y *M. eumusae*) esté basada en CIRAD, bajo los auspicios de INIBAP. La colección de CIRAD ya incluye patógenos de *Mycosphaerella* del banano, así como mapas de poblaciones y cepas transgénicas.
- El IPB y la Universidad de Hamburgo están estudiando las interacciones entre *Mycosphaerella fijiensis* y el banano, utilizando bibliotecas de cADN obtenidas de las plantas de Calcutta 4 en una etapa temprana de infección y de las plantas Niyarma Yik en una etapa tardía de infección.
- En CIRAD-AMIS, tres poblaciones F₁ fueron obtenidas mediante el cruzamiento de los aislados de Camerún, Colombia, Filipinas y México y están siendo cribadas utilizando marcadores de *M. fijiensis*, *M. grisea* y *M. graminicola*.

fueron transferidos al tanque con nitrógeno líquido. Después de un cuidadoso cribado de todos los criotubos, 623 permanecieron almacenados por término largo. En total, actualmente hay 2140 criotubos que contienen líneas celulares de 13 cultivares capaces de transformación almacenados en nitrógeno líquido (Tabla 1).

- En Calcutta 4, Williams, Ingarama, Orishele y Cachaco se utilizaron métodos convencionales y nuevos para preparar explantes capaces de embriogénesis. La calidad de los cultivos fue registrada de muy baja (-) a muy alta (++++) dependiendo de la proporción de tejido meristemático con respecto al tejido del cormo y foliar. De acuerdo al tiempo requerido para obtener 50 cultivos optimizados de meristemas múltiples (es decir, cultivos cuya calidad ya no podría ser mejorada más), la ganancia en tiempo con el método nuevo fue de un mes para Cachaco, tres meses para Calcutta 4, cinco para Williams e Ingarama y seis para Orishele. Sin embargo, las características morfológicas de los cultivos fueron similares, con excepción de Calcutta 4 e Ingarama, que fueron ligeramente mejoradas utilizando el método nuevo.
- Se han desarrollado varios vectores etiqueta de promotores, los cuales contienen el gen reportero de

luciferaza con codones optimizados (*luc⁺*) cerca del límite del T-ADN. Estos constituyentes aumentaron cuarenta veces la actividad de la enzima luciferaza y la frecuencia de etiquetado en las variedades Three hand planty, Williams y Cacambou, en comparación con el gen luciferaza de tipo silvestre. Estos constituyentes aumentaron significativamente la eficacia de la búsqueda a gran escala de los promotores de banano. Como resultado, se puede cribar 40 000 colonias celulares en una semana.

- Las 10 196 etiquetas específicas de genes generadas del cADN foliar después de realizar SuperSAGE representan 5292 genes expresados, de los cuales el 83% ocurrió solo una vez, una frecuencia muy baja.
- A pesar de los pobres resultados obtenidos cuando se utilizó xilosa para seleccionar las plantas transgénicas del Three hand planty, el gen *xyIA* fue examinado extensamente introduciéndolo en las suspensiones de células embriogénicas del banano de postre Gros Michel. La frecuencia de regeneración se mejoró solo cuando se añadió sacarosa al sistema de selección. Se concluyó que la xilosa no es adecuada para la selección eficaz de plantas transgénicas de banano. Los resultados preliminares también indican que la manosa y el gen de fosfomanosa isomerasa no ofrecen sistemas de selección adecuados.

Tabla 1. Suspensiones crioconservadas que actualmente están almacenadas seguramente a largo plazo.

Cultivar	Grupo genómico	Número de líneas celulares independientes almacenadas en nitrógeno líquido
Agbagba	Plátano AAB	4
Three hand planty	Plátano AAB	6
Orishele	Plátano AAB	10
Obino l'ewai	Plátano AAB	1
Dominico	Plátano AAB	2
Bisé egomé	Plátano AAB	2
Bluggoe	ABB	6
Cacambou	ABB	16
Cachaco	ABB	5
Dole	ABB	8
Grande naine	AAA	11
Gros Michel	AAA	1
Williams	AAA	24

INIBAP y sus asociados llevan a cabo una amplia gama de actividades y proyectos individuales en las regiones productoras de banano, tocando muchos puntos en su curso, desde investigaciones avanzadas, hasta el fomento del conocimiento y actividades a escala de las comunidades. Las oficinas regionales y la coordinación de las redes bananeras regionales apuntalan el trabajo de INIBAP en las regiones. De este modo, cada una de las redes regionales para las cuales INIBAP proporciona el secretariado, MUSALAC, BAPNET, BARNESA y MUSACO, tiene un comité asesor que se reúne regularmente para identificar prioridades. Muchos de los proyectos de INIBAP canalizan los fondos hacia las prioridades que han sido identificadas por las redes, y los miembros de las redes usualmente actúan como agencias de ejecución.

Proyectos interregionales

Evaluación participativa de los agricultores y diseminación de germoplasma mejorado de Musa

Donante: CFC

Participantes por países: Ecuador: FUNDAGRO; Francia: CIRAD; Haití: IICA; Guinea: IRAG; Honduras: FHIA; Nicaragua: UNAN-León; RDC: INERA; Uganda: NARO

Objetivos: Identificar dos o tres variedades mejoradas resistentes a la Sigatoka negra, marchitamiento por fusarium y nematodos a través de un sistema nacional fortalecido para la evaluación de las variedades basado en la participación de los agricultores, y establecer un suministro de material de plantación sano.

Actividades en 2004:

- Se recolectaron datos sobre el primer ciclo de cultivo de 31 parcelas de demostración establecidas en los 7 países participantes el año anterior.
- Los agricultores participaron en 14 pruebas de sabor para evaluar las cualidades alimentarias de las variedades mejoradas.
- Se descubrió que las preferencias de los agricultores se basan en el tamaño del racimo, calidad alimentaria y valor en el mercado.
- Los agricultores y técnicos de campo en Guinea, Nicaragua RDC y Uganda monitorearon el desempeño de los cultivos en las parcelas de los agricultores establecidas el año anterior.
- Los asociados en Ecuador, Honduras, Nicaragua y Uganda establecieron unas 200 parcelas adicionales de multiplicación manejadas por los agricultores.
- Los asociados seleccionados emprendieron estudios y actividades para orientar nuevos proyectos y programas basados en las variedades preferidas. En Guinea, se llevó a cabo un estudio de mercado innovador, basado en la evolución del precio por racimo. En Nicaragua, se establecieron parcelas de evaluación para observar el desempeño de los híbridos mejorados en los sistemas de producción de zonas secas y en asociación con café. En Uganda, los estudiantes empezaron a escribir sus tesis de graduación investigando la factibilidad de crédito y técnicas de multiplicación de semillas. En Ecuador, los asociados del sector agroindustrial fueron motivados para estudiar las variedades mejoradas como ingredientes en bocadillos.

Aumentando la productividad y oportunidades de mercado para el banano y plátano

Donante: USAID TARGET

Participantes por país: Camerún: CARBAP, Gatsby Trust de Camerún; Ghana: CSIR, WV Ghana; Mozambique: INIA, AFRICARE, CARE, Ministerio de Trabajo, UEM, *Casa do Gaiatus*; Tanzania: ADRA, ARDI, FAIDA. Este trabajo se está implementando conjuntamente por el IITA e INIBAP.

Objetivos: Promover variedades y técnicas de producción mejoradas y aumentar los ingresos rurales a través de las actividades basadas en las comunidades.

Actividades en 2004:

- Los asociados en Mozambique y Tanzania distribuyeron entre 20 y 50 plantas de 4 variedades a más de 950 agricultores. Estos agricultores fueron capacitados en las técnicas mejoradas de producción y técnicas de multiplicación rápida. Ellos también fueron capacitados en el mercadeo y se les ayudó en la formación de las organizaciones de productores.
- Los asociados en Camerún y Ghana empezaron a distribuir retoños, obtenidos de los agricultores del primer año, a 400 nuevos agricultores. Ellos monitorearon el crecimiento de las variedades sembradas durante el primer año y organizaron sesiones de capacitación sobre las técnicas de multiplicación rápida.
- Los asociados llevaron a cabo una encuesta preliminar de impacto para determinar cuales variedades están siendo multiplicadas por los agricultores. Ellos también recolectaron testimonios de los agricultores para ilustrar la contribución económica potencial de las variedades mejoradas y las técnicas de producción. Estos estudios se completarán a principios de 2005 como parte de una extensión sin costo del proyecto.

América Latina y el Caribe

Producción de bananos orgánicos en Bolivia

Donante: Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas de la Organización de Estados Americanos

Participantes por países: Bolivia: VIMDESALT, Asociaciones de productores de banano

Objetivos: Rehabilitar la producción bananera en la región del Alto Beni de Bolivia a través del uso de las asociaciones de productores fortalecidas y el desarrollo de la producción orgánica para los mercados urbanos e internacionales.

Actividades en 2004:

- El proyecto de dos años finalizó en mayo. Se aprobó una fase de transición de seis meses para preparar el terreno para una segunda fase del proyecto, que empezará en 2005 pero para la cual INIBAP ya no desempeñará el papel de coordinador.
- Como resultado del proyecto, los agricultores participantes han sido organizados en diez asociaciones de productores y ahora poseen una empresa de comercialización, Bana Beni SRL, que tiene su propio edificio, equipos y otras facilidades. Los hijos de algunos de los productores fueron capacitados en prácticas relevantes de negocio y ahora manejan la empresa Bana Beni.

Reuniones, capacitación y otras actividades de MUSALAC

La Red de Investigación y Desarrollo de Bananos y Plátanos para América Latina y el Caribe (MUSALAC) opera bajo los auspicios del Foro Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario para América Latina y el Caribe y es coordinada por INIBAP en Costa Rica.

- La reunión del Comité Asesor de MUSALAC se llevó a cabo en octubre y asistieron 43 participantes de 15 países.
- INIBAP-LAC organizó un taller internacional sobre "Biotecnología aplicada a *Musa*", bajo el paraguas de REDBIO 2004. La reunión tuvo lugar en Santo Domingo, República Dominicana, los días 21-25 de junio de 2004. Asistieron más de 60 científicos de todo el mundo.
- Un curso de capacitación sobre "Diseño experimental aplicado a banano y plátano" tuvo lugar en San José, Costa Rica, los días 6-11 de junio de 2004. INIBAP-LAC elaboró un manual de capacitación para los 30 participantes que asistieron al taller.
- Cursos de capacitación sobre la producción de *Musa* fueron realizados en Perú, Bolivia, México y Colombia. La mayoría de los participantes fueron agricultores y personal de extensión. Cerca de 400 participantes asistieron a estos cursos.

- Se han mejorado más de 1000 hectáreas de bananos orgánicos y cerca de 600 agricultores se han beneficiado de este esfuerzo.
- Los agrónomos fueron capacitados y asignados a varias asociaciones individuales y los agricultores fueron capacitados en diferentes tecnologías de producción.
- Se desarrollaron guías para la producción orgánica.
- Se establecieron sistemas de riego, cablecarriles, estaciones de empaque, estaciones de transporte y maduración, con el fin de mejorar la calidad de la fruta y aumentar la cantidad procesada.
- Las ventas están a un nivel aproximado de 12 000 cajas por mes. Bana Beni ha capturado el 85% del mercado de desayunos escolares en La Paz y El Alto.

Desarrollo de cultivares de plátano resistentes a la Sigatoka negra para América Latina

Donante: FONTAGRO

Participantes por países: Colombia: CIB-UNALMED; Costa Rica: CORBANA, CATIE, Convenio Universidad de Tolima-CATIE; México: CINVESTAV

Objetivos: Mejorar la producción de plátano en América Latina, utilizando los métodos de transformación genética para desarrollar nuevos cultivares resistentes y a través del uso de un sistema de evaluación rápido para la detección de la resistencia a la Sigatoka negra bajo condiciones controladas.

Actividades en 2004:

- Este proyecto finalizó en diciembre. Se adoptó un protocolo confiable para producir suspensiones de células embriogénicas de plátano para usarlas en América Latina. Se han identificado los constituyentes y vectores para llevar a cabo la transformación.
- Las plantas transformadas están bajo evaluación con respecto a su resistencia a la Sigatoka negra, en viveros, y los candidatos promisorios serán transferidos al campo en 2005.

Desarrollo y uso de bioproductos para controlar nematodos y la Sigatoka negra

Donante: FONTAGRO

Participantes por países: Costa Rica: CATIE; República Dominicana: IDIAF; Panamá: IDIAP; Venezuela: INIA

Objetivos: Desarrollar nuevos bioproductos y tecnologías limpias para controlar los nematodos y la Sigatoka negra.

Actividades en 2004:

- Este proyecto de cinco años empezó en 2004. La evaluación en campo de los productos élite y tecnologías se llevará a cabo en Costa Rica, Panamá, República Dominicana y Venezuela y también están participando los laboratorios especializados en Alemania y Austria. El énfasis del proyecto se concentra en la sanidad del suelo y la salud ambiental.
- 22 científicos y técnicos de los cuatro países participantes asistieron a un taller introductorio celebrado en CATIE en Costa Rica.

Asia y el Pacífico

Centros nacionales de depósito, multiplicación y disseminación (NRMDC)

Donantes: Unión Europea, Gobiernos de Filipinas y Taiwán

Participantes por países: Bangladesh: BARI; Camboya: CARDI; China: SCAU, GDAAS, CATAS; Filipinas: BPI, IPB; India: NRCB; Indonesia: ICHORD, IFRURI; Malasia: MARDI; Myanmar: FTRC, MAS; países del Pacífico Sur: SPC; Papua Nueva Guinea: NARI; Sri Lanka: HORDI; Tailandia: HRI; Taiwán: TBRI; Vietnam: VASI

Objetivos: Capacitar a los países para que suministren el material de plantación sano de las variedades mejoradas y locales a los científicos y agricultores a gran escala.

Actividades en 2004:

- Los NRMDC están operando en Bangladesh, Camboya, China, Fiji, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Myanmar, Papua Nueva Guinea, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia y Vietnam..
- Los NMRDC se utilizan como plataforma para los programas nacionales de rehabilitación de banano en Bangladesh, Filipinas, Sri Lanka y Vietnam.

Apoyo al programa bananero nacional (de Filipinas)

(Para más información ver el artículo "Trayendo de vuelta un viejo favorito, de manera capitalista" en la página 20.)

Donante: DA-BAR

Participantes por países: Filipinas: BPI, CvSU, DMMMSU, Fundación Virlanie IPB, ISPSC, MinSCAT, PAC, PCARRD, QSC, Club Rotario, SLPC

Objetivos: Proporcionar a los agricultores material de plantación sano de las variedades mejoradas, así como los conocimientos de cómo cultivarlas.

Actividades en 2004:

- Como parte de este proyecto, se estableció un sistema de distribución del material de plantación proveniente del cultivo de tejidos, mediante el cual un laboratorio privado vende plántulas enraizadas a viveros locales, que las cultivan y las venden como material listo para sembrar a los agricultores. Varias instituciones del sector público, como universidades estatales, proveen apoyo técnico, con el respaldo de INIBAP.
- Un total de 77 500 plántulas han sido distribuidas a los colaboradores. Los productores y técnicos de las instituciones participantes fueron capacitados sobre como cultivar las plántulas en el vivero y en el campo. Se registra el desempeño agronómico de estas variedades.

Reuniones, capacitación y otras actividades de BAPNET

La Red Bananera para Asia y el Pacífico (BAPNET) opera bajo los auspicios de la *Asia Pacific Association of Agricultural Research Institutes* y es coordinada por INIBAP en Filipinas.

- La reunión del Comité asesor se celebró en Indonesia en octubre.
- Un taller de capacitación sobre los avances recientes en el manejo de los nematodos, amigable con el ambiente, se celebró los días 16-18 de marzo de 2004, en el NRCB en Tiruchirapalli, India.
- Un taller regional sobre la producción bananera sostenible a través del uso de material de plantación sano fue realizado en la Ciudad Ho Chi Minh, Vietnam, los días 4-6 de octubre de 2004. Treinta y nueve participantes asistieron al taller, 20 de Vietnam y 19 de otros países miembros de BAPNET.
- Un seminario sobre la tecnología postcosecha para mejorar la calidad de los bananos fue celebrado el 7 de octubre de 2004 en el *Southern Fruit Research Institute* en Vietnam.
- Un taller sobre el manejo de las enfermedades y el uso del material de plantación libre de enfermedades se celebró en Sri Lanka, los días 28-29 de octubre de 2004. A la capacitación asistieron investigadores de laboratorios privados y gubernamentales, así como los agricultores.

Uso de la diversidad de cultivos para el manejo sostenible de las enfermedades

Donantes: Financiamiento sin restricciones, UE

Participantes por países: Filipinas: CvSU, DMMMSU, PCARRD, QSC

Objetivos: Cuantificar el impacto de la diversidad de cultivos sobre el rendimiento y severidad de las enfermedades.

Actividades en 2004:

Se llevaron a cabo reuniones para discutir el diseño de los experimentos en el campo que serán implementados en tres colegios y universidades estatales. Se entregaron los materiales de plantación, cultivos locales populares y variedades mejoradas.

Estudios de los nematodos

Donante: VVOB

Participantes por países: Filipinas: IPB

Objetivos: Investigar fuentes de resistencia a los nematodos y fomentar la capacidad en India y Filipinas para conducir estudios nematológicos.

Actividades en 2004:

- En las provincias de Quezon y Mindoro se realizó un estudio nematológico, durante el cual se recolectaron 247 muestras de las raíces de 16 cultivos.
- Se finalizaron dos experimentos de cribado y se iniciaron dos más.
- Un estudiante filipino en la KULeuven está comparando las poblaciones de *Radopholus similis* de Filipinas con otras poblaciones.
- En India, uno de dos estudiantes de Doctorado ha obtenido semillas de los cruzamientos que se piensa confieren resistencia a los nematodos y las plantas resultantes fueron sembradas en el campo.

Africa Oriental y del Sur

Conservación en la finca

(para más información ver el artículo "Conciliando la modernidad y la tradición para conservar la diversidad" en la página 4).

Donante: CIID

Participantes por países: Uganda: Asociaciones de Agricultores de Bushenyi y Masaka, Universidad de Makerere, NARO, Centro para la Alimentación y Agricultura de Ssemwanga, VI Proyecto agroforestal, Red de Biodiversidad de Uganda, FADECO; Tanzania: ARDI, Asociaciones de los Agricultores de Bisheshe, Chanika e Ibwera

Objetivos: Fortalecer las estrategias para la conservación de la biodiversidad basada en banano y mejorar los sustentos de vida de los pequeños agricultores ampliando las bases de utilización del cultivo.

Actividades en 2004:

- Resultados preliminares sobre los papeles del género indican que los hombres tienden a tomar la responsabilidad por la producción comercial de banano, mientras que las mujeres atienden el cultivo para la subsistencia.
- Se han identificado el potencial y las necesidades de capacitación de las asociaciones de agricultores participantes con respecto al desarrollo del producto.
- Tres de las asociaciones apoyadas por el proyecto han expandido sus mercados o creado nuevos para sus productos basados en el banano.
- En abril, en Nairobi se realizó una feria que mostró la diversidad.
- Se elevó la concienciación de los agricultores con respecto al papel e importancia de varias plantas y animales asociados con los sistemas de producción bananera.
- Se realizó un inventario de los clones de banano.
- Se evaluó la base científica de las prácticas del Conocimiento Indígena con respecto a la diversidad de los bananos.
- Se capacitó a los curadores de germoplasma de Burundi, Kenya, RD-Congo, Rwanda, Tanzania y Uganda en la taxonomía del banano, como una base para descubrir los sinónimos.
- Se ha iniciado caracterización genética de los clones EAHB utilizando los iniciadores SSR.

Evaluación del impacto de los híbridos mejorados sobre los modos de vida sostenibles

Donante: Fundación Rockefeller, IFAD, USAID

Reuniones, capacitación y otras actividades de BARNESA

La red de investigación Bananera para Africa Oriental y del Sur (BARNESA) opera bajo los auspicios de la *Association for Strengthening Agricultural Research in Eastern and Central Africa* con financiamiento de la UE. Está coordinada por el Coordinador Regional para Africa Oriental y del Sur de INIBAP, con el apoyo administrativo de la oficina INIBAP-ESA.

- En Etiopía se llevó a cabo un curso de capacitación para escribir propuestas, asistido por 27 científicos de los países miembros de BARNESA; como parte del curso de capacitación se elaboraron borradores de tres notas conceptuales. A los participantes se les presentaron enfoques multidisciplinares y de organización de los equipos de investigación. Ellos también intercambiaron ideas y crearon enlaces con otros científicos bananeros de la región. Se espera que esto mejore las interacciones de trabajo entre los miembros de BARNESA.
- Los investigadores y extensionistas de la región de los Grandes Lagos se reunieron en Rwanda los días 15-17 de agosto para analizar el estado de la investigación y desarrollo de los bananos y para identificar prioridades de investigación. Se desarrolló una nota conceptual para incorporarla en el desarrollo del proyecto del DGDC, que involucra los tres países de la región de los Grandes Lagos (Rwanda, Burundi y RD-Congo).

Participantes por países: Uganda: IITA, NARO, Universidad de Makerere; Tanzania: ARDI, Universidad de Sokoine; USA: IFPRI

Objetivos: Examinar los impactos sociológicos y económicos de las variedades mejoradas de banano sobre los modos de vida sostenibles de los pequeños agricultores y fomentar la capacidad en los SNIA y universidades para realizar estudios multidisciplinarios de impacto, utilizando el enfoque de modos de vida sostenibles.

Actividades en 2004:

- Tres estudiantes de maestría, después de realizar estudios de campo sobre el impacto de los cultivares mejorados sobre las relaciones de los géneros, salud humana y capital humano de los agricultores, empezaron el análisis de sus datos.
- El grupo de trabajo de evaluación de impacto de 19 personas quienes representan a NARO, Universidad de Makerere, ARDI, IFPRI, IITA e INIBAP, se reunieron por dos días en noviembre para revisar los resultados de las investigaciones de 42 aldeas encuestadas en Uganda y Tanzania y para planificar el trabajo para el año final del proyecto.
- Un equipo de INIBAP trabajó con los científicos de la Universidad de Makerere y NARO en el desarrollo de los métodos para documentar las perspectivas organizacionales sobre los posibles usos de los estudios de la evaluación de impacto. Ellos examinaron un formato para inventariar las actividades de implementación y los métodos de distribución utilizados en las aldeas para determinar su importancia respectiva sobre el impacto. Grupos especializados de agricultores también fueron guiados para documentar los cambios sociales, económicos y políticos que ocurrieron en sus aldeas en el período cuando las variedades mejoradas estaban siendo distribuidas. Este trabajo está financiado por iniciativa de ILAC, un Programa integral del CGIAR.

Crecimiento del sistema radical y las enfermedades del banano y enset

Donante: VVOB

Participantes por países: Etiopía: SARI; Uganda: NARO, Universidad de Makerere

Objetivos: Comprender la variabilidad en el crecimiento de las raíces y las relaciones retoño-raíz en los genotipos de los bananos de altiplanos y evaluar la influencia de plagas y enfermedades sobre el crecimiento de los retoños y raíces del enset y de los genotipos de banano.

Actividades en 2004:

- Los ensayos en finca y en la estación sobre el desarrollo del sistema radical de los cultivares de EAHB fueron completados y los datos analizados. Dos estudiantes de maestría participantes sustentarán sus tesis en 2005.
- Las actividades de investigación y desarrollo sobre el enset y banano han sido iniciados en Etiopía. Los científicos de varias organizaciones compilaron una lista de publicaciones sobre enset y las incluyeron en una base de datos.
- Un estudiante de maestría patrocinado por VVOB realizó una encuesta sobre plagas y enfermedades en las principales regiones de Etiopía donde se cultivan el enset y los bananos.

Africa Occidental y Central

Involucrando la producción periurbana

Donante: Gobierno de Francia

Participantes por países: Benín: CARDER, INRAB; Ghana: CSIR, Universidad de Ghana

Objetivos: Evaluar híbridos de banano y plátano resistentes y tolerantes a las enfermedades, de alto rendimiento, en las zonas periurbanas y capacitar a los agricultores en técnicas de multiplicación rápida.

Actividades en 2004:

- El desempeño agronómico de FHIA-25, FHIA-23, FHIA-18 y CRBP 39, los cuales son resistentes a la Sigatoka negra, fue evaluado por 40 agricultores en cada zona periurbana, de Kumasi y Sekondi-Takoradi en Ghana, y Cotonou en Benín. En ambos países, la productividad de FHIA-25, FHIA-23 y FHIA-18 fue alta y a los agricultores les gustaron los híbridos. En Benín, la productividad de CRBP 39 no excedió la de los cultivares Aloga y Orishele. En Ghana, las plantas de CRBP 39 fueron destruidas ya que se infectaron con el BSV.
- En Kumasi, Ghana, los científicos de CARBAP capacitaron a 106 agricultores, técnicos y extensionistas, la mitad de los cuales fueron mujeres, en la técnica de multiplicación rápida utilizando cormos.
- En Benín, 120 participantes fueron capacitados en una técnica de multiplicación de retoños y en el establecimiento y manejo de las parcelas de banano.
- El proyecto finalizó en 2004.

Evaluación de la producción platanera a altas densidades de siembra

(Para más información ver el artículo "Cuando Africa Occidental se encuentra con América Latina" en la página 10).

Donante: fondos de INIBAP sin restricciones

Participantes por países: Camerún: CARBAP, Côte d'Ivoire: CNRA

Objetivos: Optimizar las técnicas de alta densidad de siembra que los agricultores e investigadores de Africa Occidental aprendieron en una visita, patrocinada por CTA e INIBAP, a la República Dominicana y Costa Rica en 2001.

Actividades en 2004:

- Los estudios piloto en Camerún y Côte d'Ivoire han demostrado claramente el potencial de este sistema de cultivo para proporcionar rendimientos más altos en Africa Occidental y Central.
- En el pico del desarrollo vegetativo, las copas densas en las parcelas de alta densidad reducen drásticamente la cantidad de sol que llega al suelo, eliminando virtualmente el crecimiento de las malezas.
- Los tamaños de las parcelas en estos ensayos fueron muy pequeños para generar condiciones microclimáticas que inhiben o retardan el desarrollo y la expresión de la Sigatoka negra. De este modo, fue necesario realizar el tratamiento con funguicidas para controlar la enfermedad, lo que dio como resultado rendimientos más altos en las parcelas tratadas en comparación con las parcelas no tratadas, independientemente de la densidad de siembra.

Compartiendo la información

- La cantidad de dedos por racimo y el peso del racimo disminuyeron con el aumento de la densidad de siembra. Sin embargo, debido a que la cantidad de racimos fue mayor en las parcelas con alta densidad de siembra, los rendimientos fueron más altos en las parcelas con 2500 y 3300 plantas/ha que en las parcelas convencionales con baja densidad de siembra.

Estudios nematológicos en Camerún

Donantes: CARBAP y VVOB

Participantes por países: CARBAP, IITA

Objetivos: Investigar la importancia del nematodo *Pratylenchus goodeyi* en la producción bananera en las provincias Occidental y Noroccidental de Camerún.

Actividades en 2004:

- Más de 200 familias fueron entrevistadas para determinar la importancia de los bananos y plátanos, las asociaciones de cultivo más comunes, y las estrategias de manejo utilizadas, así como evaluar el nivel del conocimiento de plagas.
- Los resultados de esta encuesta han conducido a la identificación de varias tecnologías adaptadas a la región, que actualmente están siendo evaluadas en las parcelas seleccionadas de los agricultores.

Todo el personal de INIBAP colabora con la comunicación de los descubrimientos científicos y de la nueva información técnica a los científicos y agricultores; ellos también participan en las campañas para elevar la sensibilización de la población sobre el banano como alimento básico y sobre la necesidad de investigación y desarrollo para mejorar el uso de la diversidad de los bananos. El siguiente resumen representa solo las actividades del grupo de información y comunicaciones de INIBAP en 2004.

Reuniones, capacitación y otras actividades de MUSACO

La Red de Investigación de *Musa* para Africa Occidental y Central (MUSACO) opera bajo los auspicios del *West and Central African Council for Agricultural Research and Development*. La Red es coordinada por INIBAP en Camerún.

- En junio de 2004 se celebró una reunión del Comité Asesor en Camerún.
- Se encuestaron los agricultores en la provincia Noroccidental de Camerún para determinar las prioridades de investigación y desarrollo.

Biblioteca virtual

Actualmente MUSALIT incluye 9038 resúmenes bibliográficos en tres idiomas:

- 40% de las referencias en la base de datos MUSALIT están enlazadas con documentos de texto completo y más de 1000 artículos, hojas divulgativas, informes y libros publicados por INIBAP en inglés, español y francés están disponibles actualmente a través del sitio web de INIBAP y en el CD-Rom MUSADOC 2004.
- 645 nuevos registros fueron añadidos a MUSALIT.
- 696 pedidos de información fueron procesados en 2004.
- El CD-Rom MUSADOC 2004 fue publicado en octubre y distribuido a 1500 usuarios.
- La base de datos BRIS de investigadores bananeros actualmente contiene 913 registros, incluyendo 43 registros nuevos.

INIBAP en la internet

- Todo el sitio web de INIBAP ha sido rediseñado, desplegado bajo la tecnología y lanzado nuevamente el 30 de septiembre de 2004.
- El promedio diario de visitas aumento a 476, el año pasado fue 351.
- Se descargaron 53 500 Mb de publicaciones.
- El sitio web del Consorcio Global de la Genómica de *Musa*, albergado por INIBAP, fue lanzado en junio de 2004. Se creó un enlace al Centro de Recursos Genómicos de *Musa* para que los miembros pudieran acceder a la información sobre recursos genómicos disponibles y solicitar los materiales en línea.

Publicaciones

- Se publicaron dos números INFOMUSA. Una encuesta de lectores mostró un alto nivel de satisfacción entre los 326 respondientes (más de 12% de suscriptores individuales). Cuarenta y un por ciento de los respondientes fueron de la región de América Latina y el Caribe, 27% de Africa, 19% de Asia, 7% de Europa, 3% de las Islas de Pacífico, 1.5% de Norteamérica y 1.5 % del Oriente Medio. (Tabla 2)
- Los resúmenes extensos del Congreso Internacional en *Musa*, celebrado en Malasia en julio de 2004, fueron distribuidos en el congreso.
- Un libro de 392 páginas titulado "Banana improvement, cellular, molecular biology, and induced mutations" fue publicado conjuntamente por FAO/IAEA e INIBAP. Editado por S. Mohan Jain y R. Swennen, el libro presenta los resultados del proyecto de investigación coordinado por FAO/IAEA titulado "Cellular biology and biotechnology including mutation techniques for creation of new useful banana genotypes".

Elevando la sensibilización de la población

- El formato del informe anual fue cambiado para incluir cuatro grandes artículos sobre el impacto de los proyectos seleccionados y un resumen de las actividades del programa realizados durante el año. Por primera vez, se tradujo al francés y español el documento entero y se publicaron las tres versiones lingüísticas.
- Se desarrollaron planes para una exhibición móvil sobre el futuro de la diversidad de los bananos e investigación bananera, que será creada en colaboración con el CIRAD y el Proyecto Edén. Una

Tabla 2. Puntos destacados de la encuesta de los lectores de INFOMUSA

¿Cómo Usted evaluaría INFOMUSA?	Débil	Promedio	Fuerte
Útil para mantenerse al día con las investigaciones en <i>Musa</i>		20%	80%
Mezcla de investigaciones fundamentales y subsiguientes	3%	48%	49%
Énfasis en los problemas relevantes para los pobres	10%	50%	40%
Calidad del contenido científico	3%	32%	65%
Calidad de lo escrito		28%	72%
Calidad de presentación	2%	22%	76%
¿Cómo Usted evalúa la importancia de lo siguiente?	Sin importancia	Importante	Muy importante
Cobertura a través de las regiones	1%	40%	59%
Disponibilidad en tres idiomas	4%	31%	65%
Disponibilidad en forma impresa	1%	25%	74%
Artículos sobre las investigaciones fundamentales	1%	45%	54%
Artículos sobre las investigaciones subsiguientes	1%	34%	65%
Legibilidad	31%	79%	
Altos estándares científicos	1%	35%	64%
Presentación	1%	33%	66%
¿Está Usted satisfecho con el espectro de artículos o le gustaría más o menos artículos en las siguientes categorías?	Más	Bien como está	Menos
Prácticas culturales	49%	49%	2%
Transformación genética	31%	57%	12%
Cribado de germoplasma	31%	60%	8%
Manejo integrado de plagas	62%	32%	2%
Usos y productos	54%	41%	5%
Estudios socioeconómicos	41%	52%	7%
Plagas y enfermedades	60%	38%	2%
Cultivo de tejidos	40%	52%	8%
Biología molecular	34%	53%	13%

presentación de la exhibición en los Jardines Botánicos del Congreso en Barcelona fue recibida con interés y se espera que resulte en la identificación de lugares adicionales cuando la exhibición se vaya en una gira en 2005/2006.

- Se recolectaron relatos personales sobre la importancia del banano, de los agricultores que participan en el proyecto TARGET.
- Un comunicado de prensa sobre el Congreso Bananero en Malasia dio como resultado un interés significativo por parte de la prensa en la investigación del contenido de la vitamina A en los bananos Fe'i.

Redes de información regionales

- Se fortalecieron asociaciones de intercambio de información con varias redes africanas, incluyendo ASARECA-RAIN, CORAF/WE CARD, FARA y SACCAR.
- En noviembre se celebró un taller de capacitación en información para los documentalistas de habla francesa en CARBAP. Participaron 16 personas de 12 países africanos.
- El centro regional de documentación establecido en CARBAP, Camerún, ya está operando.
- Se publicaron tres números del Boletín de RISBAP (Asia y el Pacífico).
- La red de información africana contribuyó con 102 registros bibliográficos para la base de datos MUSALIT y la red de Asia-Pacífico con 32.

Publicaciones globales

- INIBAP. 2004. Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier, France. 271pp.
- INIBAP. 2004. La diversidad de los bananos y plátanos para vivir mejor. Informe anual INIBAP 2003. INIBAP, Montpellier, Francia. 40pp.
- Jain S.M. and R. Swennen (eds). 2004. Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations. Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA. 382pp.

Publicaciones seriadas

- Musarama* Vol. 17, No. 1 & 2 (español, francés, inglés)
- INFOMUSA Vol. 13, No. 1 & 2 (español, francés, inglés)
- RISBAP Bulletin Vol. 8, No. 1, 2 & 3

CD-Rom

- INIBAP 2004. *MusaDoc* 2004.

Manuales

- Ponsioen G.P. 2004. Bibliographic database *MUSALIT*: User's manual. INIBAP, Montpellier, France, 110pp.

Publicaciones regionales

- Rivas G. y F.E. Rosales (eds). Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de *Musaceas*. Proceedings of international workshop held at Guayaquil, Ecuador, 11-13 August 2003. 192pp.
- Rosales F. E., S. Belalcázar y L.E. Pocasangre. 2004. Producción y Comercialización de Banano Orgánico en la Región del Alto Beni: Manual Práctico para Productores. Turrialba, Costa Rica 53pp.
- Molina A.B., J.E. Eusebio, V.N. Roa, I. Van den Bergh, M.A.G. Maghuyop and K.H. Borromeo (eds). 2004. Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific Vol. 12. Proceedings of the 2nd BAPNET Steering Committee meeting, Jakarta, Indonesia. 6-9 October 2003. INIBAP-AP, Los Baños, Philippines.
- Akyeampong E. and C. Picq (eds). 2004. *Musa* Network for West and Central Africa (*MUSACO*): Report of the fourth Steering Committee meeting held in East Legon, Accra, Ghana, 2-4 April 2001. INIBAP, Douala, Cameroon. 108pp.
- Akyeampong E. and J. Tetang Tchinda (eds). 2004. Réseau de recherches sur *Musa* en Afrique centrale et de l'ouest (*MUSACO*): 6^{ème} réunion du Comité de pilotage : Rapport de synthèse. Conakry, Guinée, 14-16 avril 2004. INIBAP, Douala, Cameroun. 54pp.

Publicaciones del personal

Artículos científicos

- Addis T., F. Handoro and G. Blomme. 2004. Marchitamiento bacteriano (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*) en Ensete y bananos en Etiopía. *INFOMUSA* 13(2):44-45.
- Agrawal A., R. Swennen and B. Panis. 2004. A comparison of four methods for cryopreservation of meristems in banana (*Musa* spp.). *CryoLetters* 25:101-110.
- Blanckaert I., R. Swennen, M. Paredes Flores, R. Rosas López and R. Lira Saade. 2004. Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *Journal of Arid Environments* 57:39-62.
- Blomme G., I. Blanckaert, A. Tenkouano y R. Swennen. 2004. Relaciones entre la capacitancia eléctrica u características de la raíces. *INFOMUSA* 13(1):14-18.

- Blomme G., H. De Beule, R. Swennen, A. Tenkouano and D. De Waele. 2004. Effect of nematodes on root and shoot growth of *in vitro*-propagated and sword sucker-derived plants of six *Musa* spp. genotypes. *Nematology* 6(4):593-604.
- Eledu C.A., E.B. Karamura and W. Tushemereirwe. 2004. Agroecological distribution of banana systems in the great lakes region. *African Crop Science Journal* 12(1):33-42.
- Gallez A., G. Runyoro, C.B. Mbehoma, I. Van den Houwe and R. Swennen. 2004. Rapid mass propagation and diffusion of new banana varieties among small-scale farmers in northwestern Tanzania. *African Crop Science Journal* 12(1):7-17.
- Jacobsen K., R. Fogain, H. Mouassom and D. De Waele. 2004. *Musa*-based cropping systems of the Cameroon highlands: a case study of the West and Northwest provinces of Cameroon with emphasis on nematodes. *Fruits* 59(5):1-8.
- Karamura D.A., B. Mgenzi, E.B. Karamura and S. Sharrock. 2004. Exploiting indigenous knowledge for the management and maintenance of *Musa* biodiversity on farm. *African Crop Science Journal* 12(1):67-74.
- Karamura D.A. and B. Mgenzi. 2004. On-farm conservation of *Musa* diversity in the great lakes region of east Africa. *African Crop Science Journal* 12(1):75-83.
- Mbida C. M., H. Doutrelepont, L. Vrydaghs, R. Swennen, R. J. Swennen, H. Beeckman, E. De Langhe y P. de Maret. 2004. Si, hubo bananas en Camerún hace más de 2000 años. *INFOMUSA* 13(1):40-42.
- Moens T., M. Araya, R. Swennen and D. De Waele. 2004. Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effect on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Biology and Fertility of Soils* 34(6):407-414.
- Ndungo V., K. Bakelana, S. Eden-Green y G. Blomme. 2004. Epidemia del marchitamiento por *xanthomonas* (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*) en la República Democrática de Congo. *INFOMUSA* 13(2):43-44.
- Panis B., B. Piette and R. Swennen. 2004. Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all *Musaceae*. *Plant Science* 168:45-55.
- Sebuwufu G., P.R. Rubaihayo and G. Blomme. 2004. Variability in the root system of east African banana genotypes. *African Crop Science Journal* 12(1):85-93.
- Sikora R.A. y L.E. Pocasangre. 2004. Nuevas tecnologías para mejorar la salud de la raíces y aumentar la producción de los cultivos. *INFOMUSA* 13(2):25-29.
- Sharrock S. and E.A. Frison. 2004. Prospects and challenges of biodiversity in smallholder systems. *African Crop Science Journal* 12(1):51-57.
- Tenkouano A. and R. Swennen. 2004. Plantains and banana: progress in breeding and delivering improved plantain and banana to African farmers. *Chronica Horticulturae* 44(1):9-15.
- Tollens E., M. Demont and R. Swennen. 2004. Agrobiotechnology in developing countries. North-South partnerships are the key. *Outlook on Agriculture* 33(4):231-238.
- Tomekpe K., C. Jenny y J.V. Escalant. 2004. Análisis de la estrategias de mejoramiento convencional de *Musa*. *INFOMUSA* 13(2):2-6.
- Van den Bergh I. 2004. Host-plant response of Vietnamese bananas (*Musa* spp.) to plant-parasitic nematodes. *Journal of Tropical Plant Pathology* 39(1,2):77.
- Xu C.X., B. Panis, H. Strosse, R. Swennen, H.P. Li, H.G. Xiao and H.Z. Fan. 2004. Factors affecting banana (*Musa* spp., AAB group) plant regeneration via embryogenesis. *Plant Physiology Communications* 40(3):293-296.
- Xu C.X., B. Panis, H. Strosse, R. Swennen, H.P. Li, H.G. Xiao and H.Z. Fan. 2004. Plant regeneration through somatic embryogenesis of *Musa* AAA cv. 'Grande Naine'. *Journal of South China Agricultural University* 25(2):63-66.

Xu C.X., B. Panis, H. Strosse, R. Swennen, H.P. Li, H.G. Xiao and H.Z. Fan. 2004. The induction of embryogenic callus and the establishment of embryogenic cell suspension of *Musa* spp. *Journal of South China Agricultural University* 25(1):70-73.

Cápítulos de libros

Boussou G. et C. Picq. 2004. Cultures vivrières et perspectives d'autosuffisance alimentaire au Congo-Brazzaville : L'exemple de la banane. Pp. 213-247 in *Le Congo-Brazzaville à l'aube du XXI^e siècle : Plaidoyer pour l'avenir*. Ed. L'Harmattan, Paris.

Swennen R. 2004. Voedselproductie in tropische ontwikkelingslanden. (R. Schoonheydt and S. Waelkens, eds). Voedsel voor 9 miljard mensen. Perspectieven op landbouw en wereldvoedselvoorziening. Uitgeverij Lannoo nv, Leuven, Belgium: 129-144.
<http://www.agr.kuleuven.ac.be/feestjaar/documenten/persoonferentie.pdf>

Actas de conferencias/talleres

Alvarez J.M. and F. Rosales. 2004. Field guide to identify main FHIA banana and plantain hybrids. Pp. 47-52 in Special publication: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004. (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, 26 Sept.- 1 Oct. 2004. ACORBAT, Mexico.

Arinaitwe G., S. Remy, H. Strosse, R. Swennen and L. Sági. 2004. *Agrobacterium*- and particle bombardment-mediated transformation of a wide range of banana cultivars. Pp. 350-357 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Belalcázar S., F. Rosales y J. Espinoza. 2004. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. Pp. 55-63 in *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos* (G. Rivas and F. Rosales, eds). Actas del taller celebrado en Guayaquil, Ecuador, 11-13 Agosto 2003. INIBAP, Montpellier, France.

Belalcázar S., F. Rosales y L.E. Pocasangre. 2004. El "moko" del plátano y banano y el rol de la plantas hospederas en su epidemiología. Pp. 159-179 in *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos* (G. Rivas and F. Rosales, eds). Actas del taller celebrado en Guayaquil, Ecuador, 11-13 Agosto 2003. INIBAP, Montpellier, France.

Belalcázar S., F. Rosales and L.E. Pocasangre. 2004. El "moko" del plátano y banano y el rol de la plantas hospederas en su epidemiología. Pp. 16-35 in Special publication: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004 (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, 26 Sept.- 1 Oct. 2004. ACORBAT, Mexico.

Cañizares C., L.E. Pocasangre, A. Stella Riveros y F.E. Rosales. 2004. Estudio de la población de hongos endofíticos provenientes de suelos supresivos al nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en plantaciones comerciales de plátano en la zona de Talamanca, Costa Rica. Congreso Latinoamericano de Bioplaguicidas y Abonos Orgánicos. San José, 18-20 octubre 2004.

Engelborghs I., L. Sági and R. Swennen. 2004. Early detection of dwarf off-types in banana (*Musa* spp.) using AFLP, TE-AFLP and MSAP analysis. Pp. 331-340 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Escalant J.V. and S.M. Jain. 2004. Banana improvement with cellular and molecular biology, and induced mutations: future and perspectives. Pp. 359-367 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Frison E.A., J.V. Escalant and S. Sharrock. 2004. The global *Musa* genomic consortium: a boost for banana improvement. Pp. 341-349 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Helliot B., B. Panis, R. Hernandez, R. Swennen, P. Lepoivre and E.A. Frison. 2004. Development of *in vitro* techniques for the elimination of cucumber mosaic virus from banana (*Musa* spp.). Pp. 183-191 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Lopez J., H. Strosse, J.C. Ventura, R. Sanchez, S. Rodriguez, R. Swennen, B. Panis and R. Afza. 2004. Field evaluation of potential mutants obtained after gamma irradiation of banana and plantain (*Musa* spp.) shoot-tip and embryogenic cell cultures. Pp. 87-96 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Moens T., M. Araya, R. Swennen and D. De Waele. 2004. Biodegradación acelerada de nematocidas en *Musa*. Pp. 105-118 in *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos* (G. Rivas and F. Rosales, eds). Actas del taller celebrado en Guayaquil, Ecuador, 11-13 Agosto 2003. INIBAP, Montpellier, France.

Molina. A.B. 2004. The National Repository, Multiplication and Dissemination Centers: An instrument to the banana development programme in Asia and the Pacific. Pp 15-19 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific*, Vol. 12. (A.B. Molina, V.N. Roa, I. Van den Bergh, M.A.G. Maghuyop and K.H. Borromeo, eds). INIBAP-AP, Los Baños, Laguna, Philippines.

Panis B., H. Strosse, S. Remy, L. Sági and R. Swennen. 2004. Cryopreservation of banana tissues: support for germplasm conservation and banana improvement. Pp. 13-21 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.

Perea I., M.C. Pantoja, J.L. Ortiz, F.E. Rosales, M.E. Aguilar and L.M. Gomez. 2004. Genetic transformation of plantain (*Musa* AAB, subgroup plantain cv. Curraré). Pp. 165-169 in Proceedings: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004 (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, Sept. 26- Oct 1, 2004. ACORBAT, Mexico.

Pocasangre L. 2004. Nuevas estrategias para el manejo de nematodos en musáceas. Pp. 121 in *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos* (G. Rivas and F. Rosales, eds). Actas del taller celebrado en Guayaquil, Ecuador, 11-13 Agosto 2003. INIBAP, Montpellier, France.

Pocasangre L.E., A. Zum Felde, A. Meneses, C. Cañizares, A.S. Riveros, F.E. Rosales and R.A. Sikora. 2004. Management of Phytonematodes on Banana and Plantain. Pp.106-112 in Special Publication, XVI Reunión internacional ACORBAT

- 2004 (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, 26 Sept.- 1 Oct. 2004. ACORBAT, Mexico.
- Polanco D., A. Riveros, M. Guzmán, F. Rosales y E. Larco. Comparación entre el potencial antifúngico de los extractos crudos de plantas *Momordica carantia* y *Plenas* sp., y los químicos Clorotalonil y Propiconazole. Congreso Latinoamericano de Bioplaguicidas y Abonos Orgánicos. San José, 18-20 octubre.
- Remy S., G. De Weerd, I. Deconinck, R. Swennen and L. Sági. 2004. An ultrasensitive luminescent detection system in banana biotechnology: from promoter tagging to southern hybridization. Pp. 307-319 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- Riveros A.S, F.E. Rosales and L.E. Pocasangre. 2004. Resistance induction and bioproducts as alternative management of *Mycosphaerella fijiensis*. Pp. 47-52 in Pp. 47-52 in Special publication: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004 (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, 26 Sept.- 1 Oct. 2004. ACORBAT, Mexico.
- Rosales F.E. and J. Ramiro. 2004. Quality of life in the banana rhizosphere: a vision of new initiatives in Latin America. Pp. 131-136 in Special publication: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004 (M. Orozco-Santos, J. Orozco-Romero, M. Robles-González, J. Velázquez-Monreal, V. Medina-Urrutia and J.A. Hernández-Baustista, eds). XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, 26 Sept.- 1 Oct. 2004. ACORBAT, Mexico.
- Roux N.S., H. Strosse, A. Toloza, B. Panis and J. Dolezel. 2004. Detecting ploidy level instability of banana embryogenic cell suspension cultures by flow cytometry. Pp. 252-261 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- Roux N.S. 2004. Mutation induction in *Musa* - review. Pp. 23-32 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- Roux N.S., A. Toloza, J. Dolezel and B. Panis. 2004. Usefulness of embryogenic cell suspension cultures for the induction and selection of mutants in *Musa* spp. Pp. 33-43 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- Strosse H., J. Van Den Houwe and B. Panis. 2004. Banana cell and tissue culture – review. Pp. 1-12 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- Wuyts N., A. Elsen, E. Van Damme, D. De Waele, R. Swennen and L. Sági. 2004. Lectin binding to the banana-parasitic nematode *Radopholus similis*. Pp. 209-217 in *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations* (S.M. Jain and R. Swennen, eds). Proceedings from a meeting. Leuven, Belgium, 24-28 September 2001. FAO/IAEA, Austria; INIBAP, France. Science Publishers, Enfield, USA.
- ## Tesis
- Moens T. 2004. Variability in reproductive fitness and pathogenicity of *Radopholus similis* in *Musa*: effect of biotic and abiotic factors. PhD Thesis. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium. 189pp.
- Orlando A. 2004. Evaluación agronómica y de la resistencia a fitonematodos y Sigatoka negra de cultivares mejorados de banano y plátano en Ecuador. MSc Thesis, CATIE, Turrialba. 75pp.
- Vilarinhos A.D. 2004. Cartographie génétique et cytogénétique chez le bananier : caractérisation des translocations. PhD Thesis. ENSAM, Montpellier, France. 115pp.
- ## Otras publicaciones
- Aert R., L. Sági, G. Volckaert and R. Swennen. 2004. Towards an efficient strategy for *Musa acuminata* (banana) genome analysis. Plant Genomics European Meetings. Lyon, France, 22-25 September 2004. Resumen de poster.
- Agrawal A., B. Panis and R. Swennen. 2004. Effect of the post-thaw culture medium on the recovery of cryopreserved banana meristems. P. 53 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Ahmed K.Z., S. Remi, L. Sági and R. Swennen. 2004. *In vitro* germination of *Musa balbisiana* embryos. P. 29 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Blomme G. and G. Sebuwufu. 2004. Comparison of root and shoot development in Enset and an east African highland banana. P. 227 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Blomme G., D. Ocan, H. Mukasa, G. Sebuwufu, P. Rubaihayo, A. Tenkouano and R. Swennen. 2004. Review of research on relationships between root traits, shoot traits and bunch weight. P. 228 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Carlens K., A. Elsen, L. Sági, D. De Waele and R. Swennen. 2004. Dye ingestion by migratory nematodes and implications for nematicidal compound screening. XXVII International Symposium of European Society of Nematologists. Rome, Italy, 14-18 June 2004. <http://www.esn-symposium.ba.cnr.it/postsymposium/main.html>
- Carpentier S., B. Panis and R. Swennen. 2004. Comparison of sample preparation methods for 2D PAGE analysis of recalcitrant plant tissue. Flanders Proteomics 2004. First KVCVP symposium on proteomics: general applications. Antwerp, Belgium, 11 June 2004.
- Carpentier S., B. Panis and R. Swennen. 2004. Sample preparation methods for 2D PAGE analysis of recalcitrant tissue. Spring Meeting 2004 of the Belgian Society for Cell and Developmental Biology. Joint meeting with the FWO-Scientific Research Network or Cell-Cell and Cell-Matrix Interactions. "Functional Genomics and Proteomics: Genome/proteome-wide discovery and functional analysis in model organisms and cell culture models". Leuven, Belgium, 7-8 May 2004.
- Carpentier S., B. Panis and R. Swennen. 2004. Sample preparation for 2D PAGE analysis of plant tissues: a balance between gel quality and sample completeness. Symposium on "Plant proteomics and metabolomics" organized by the Belgian Plant Tissue Culture Group (BPTCG) and the WOG "Functional Proteomics". Antwerp, Belgium, 28 May 2004.
- Coemans B., H. Matsumura, S. Remi, D.H. Krüger, S. Reich, P. Winter, G. Kahl, R. Terauchi, L. Sági and R. Swennen. 2004. Gene expression profiling in leaves infected with *Mycosphaerella fijiensis*. P. 31 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International*

- congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Daneel M., K. De Jager, *I. Van den Bergh*, M. Desmet and D. De Waele. 2004. Occurrence of nematodes on common cultivars in South Africa. P. 118 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- de la Cruz F.S., T.O. Dizon., R.A. Zorilla, J.I. Orajay, R.G. Davide, *I. Van den Bergh*, V.R.G. Lee, D.M. Hautea and D. De Waele. 2004. Enhancing capacity for nematode management in small-scale banana cropping systems in the Philippines. P. 117 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*, Penang, Malaysia, 6-9 July 2004.
- De Waele D., D.M. Hautea, F.S. De La Cruz, T.O. Dizon, R.A. Zorilla, J.I. Orajay and *I. Van den Bergh*. 2004. Enhancing capacity for nematode management in small-scale banana cropping systems. P. 174 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Elsen A., *R. Swennen* and D. De Waele. 2004. Use of arbuscular mycorrhizal fungi to control nematodes. P. 135 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Jacobsen K.*, R. Fogain and D. De Waele. 2004. The prevalence of *Pratylenchus goodeyi* on bananas and plantains in mixed cropping systems of Cameroon highlands. P. 173 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Jimenez M.A., H. Neiryck, L. Van der Veken, J. Bermeo, M. Jama, M., R. Maribona and *R. Swennen*. 2004. Comparison of *Mycosphaerella fijiensis* isolates from organic and conventional plantations. P. 182 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Kema G.H.J., J. Stoorvogel, L. Molendijk, *N. Roux* and R. Orlich. 2004. The international banana action plan. P.131 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Kobenan K., G.P. Gnonhouiri, *E. Akyeampong*, A. Tenkouano and K. Tomekpe. 2004. Evaluation of *Musa* hybrids in Côte d'Ivoire. P. 75 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Molina A.B.*, A.A. Anit, *I. Van den Bergh*, *V.N. Roa*, J.E. Eusebio and A.G. Maghuyop. 2004. On-station and on-farm evaluation of improved hybrids and popular local cultivars to rehabilitate banana industry in the Philippines. P.151 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Pérez B.C., I.B. Carabaloso, J.O. Torres, J.M. Machado, O.P. Villafana, Y. Alvarado Capo, *R. Swennen*, L. Sági and R. Gomez Gosky. 2004. Genetic transformation using chimeric antifungal genes. P. 17 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Piffanelli P., A. Ciampi, M. Ruiz, M. , F. Rodrigues Da Silva, G.J. Papas, C. Ronning, B. Haas, J. Wortman, *E.A. Frison*, R.N.G. Miller, F. Côte, A. DHont, M. Souza, J.C. Glaszmann and C. Town. 2004. Comparative analysis of *Musa* and rice genome structure and organization. P. 21 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Piffanelli P., J.C. Noa Carrazana, A. Benabdelmouna, T. Matsumoto, L. Silva Rosales, F. Lheureux, P.Y. Teycheney, A.D. Geering, A. DHont, *E.A. Frison*, *N. Roux*, F.X. Côte, J.C. Glaszmann, T. Sasaki and M.L. Caruana. 2004. Molecular analysis of banana streak virus integrants in the nuclear genome of *Musa balbisiana*. P. 36 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Remi S., E. Thiry, S. Windelinckx, B. Rymer, E. Santons, B. Coemans, *R. Swennen* and L. Sági. 2004. Characterization of promoter tagged lines. P. 29 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Roa V.N.*, *E. Arnaud* and *A.B. Molina*. 2004. Genetic resources management through *Musa* Germplasm Information System. Federation of the Crop Science Society of the Philippines Annual Convention, Davao City, Philippines.
- Rotimi M.O., P.R. Speijer, D. De Waele and *R. Swennen*. 2004. Effect of mulching on the yield 'Agbagba' inoculated with nematodes in southeastern Nigeria. P. 137 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Santos E., S. Remy, B. Coemans, E. Thiry, R. Windelinckx, *R. Swennen* and L. Sági. 2004. Isolation of plantain promoters using the firefly luciferase reporter gene. P. 82 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Sebuwufu G., P.R. Rubaihayo and *G. Blomme*. 2004. Effect of planting hole size on shoot and root development. P. 211 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Sebuwufu G., P.R. Rubaihayo and *G. Blomme*. 2004. Genotypic variability in root traits and shoot-root ratio of *Musa* spp. Implications to the improvement of the root system. P. 226 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Sutherland R., *J.V. Escalant*, K. Kunert, N. Van den Bergh, A. Kiggundu and A. Viljoen. 2004. Establishment of a banana transformation facility in South Africa for engineering *Fusarium* wilt and banana weevil resistance. P. 77 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Tomekpe T., C. Jenny and *J.V. Escalant*. 2004. Conventional breeding strategies for *Musa* improvement and their world status. P. 3 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.
- Wuyts N., D. De Waele and *R. Swennen*. 2004. Phenylpropanoids in plant-nematode interactions. XXVII International Symposium of European Society of Nematologists. Rome, Italy. 14-18 July 2004. <http://www.esn-symposium.ba.cnr.it/postsymposium/main.html>
- Ynoue C., A. Panta, G. Parra, R. Villagaray, B. Panis, *R. Swennen* and W. Roca. 2004. Cryopreservation of potato shoot tips using cryoprotection with PVS2. REDBIO 2004 Meeting. Dominican Republic, 21-25 June 2004.
- Zorilla R.A., T.O. Dizon, D.C. Pantastico, J.L. Orajay, F.S. De La Cruz, *I. Van den Bergh* and D. De Waele. 2004. Survey of nematodes in Quezon province, Philippines. P. 152 *in* Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier. Awarded with 1st prize in the poster category Plant Protection.

Presentaciones por el personal de INIBAP

Blomme G., G. Sebuwufu, H. Mukasa, D. Ocan, A. Tenkouano and *R. Swennen*. Review of on station and on farm research

- on the root system in Nigeria and Uganda. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004.
- Eledu C., D. Karamura and E. Karamura. Banana production systems in East Africa. 1st International congress on *Musa*. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004.
- Jacobsen K. R. Fogain, H. Mouassom and D. De Waele. The prevalence of *Pratylenchus goodeyi* on bananas and plantains in mixed cropping systems of the Cameroon Highlands.: West and Central African Nematology congress, Douala, Cameroon. 8-10 November 2004.
- Jacobsen K. The importance of *Pratylenchus goodeyi* and development of cultural control methods to limit its damage. MUSACO Steering Committee meeting: Limbe, Cameroon. 7-13 June 2004.
- Jacobsen K., S. Hauser, D. Coyne and D. De Waele. Efficiency of fallow and hot water treatment in reducing nematodes in Cameroon. P. 136 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International Congress on Musa. Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.*
- Karamura E.B. and E. Akyeampong. Banana enterprises development in Africa: opportunities and challenges. P. 252 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.*
- Maghuyop M.A.G., V.N. Roa, I. Van den Bergh and A. B. Molina. Banana RDE Collaborative Project in Luzon: Distribution and evaluation of improved *Musa* and popular local varieties to rehabilitate local banana industry. 35th Anniversary and Annual Scientific Conference of the Pest Management Council of the Philippines, Iloilo, Philippines, 16-19 March 2004.
- Molina A.B. Banana production in the Philippines: Opportunities and constraints. Presented during the Federation of the Crop Science Society of the Philippines (FCSSP) Annual Convention in Davao City, Philippines, 8-11 March 2004.
- Molina A.B. Opportunities and challenges in banana production in Asia and the Pacific. Presented during the joint signing of LOAs for the PCARRD-INIBAP-SCUs project: Banana RDE collaborative project in Luzon areas. 15 March 2004, PCARRD, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Molina A.B. Banana production in Asia and Pacific: Opportunities and challenges. Presented during the International workshop on Sustainable banana production through the use of healthy seedlings. Ho Chi Minh, Vietnam, 5-6 October 2004.
- Molina A.B. Role of postharvest management in the improvement of banana quality: Views and prospect from INIBAP. Presented during the training workshop on Postharvest technology for the quality improvement of banana held in Ho Chi Minh, Vietnam, 7 October 2004.
- Molina A.B. The use of genetic diversity in pest and disease management. Presented at the National symposium on Biodiversity for food security. BSWM Convention Hall, Quezon City, Philippines, 18 October 2004.
- Molina, A.B. Banana Development in Asia: The role of the national repository program in improving small-scale banana growing. Presented during the National symposium and workshop on the Management of diseases and use of disease-free planting materials, Kandy, Sri Lanka, 28-29 October 2004.
- Molina, A.B. The use of *Musa* cultivar diversity in managing banana diseases. Presented during the Symposium and workshop on the Management of diseases and use of disease-free planting materials, Kandy, Sri Lanka, 28-29 October 2004.
- Molina A.B. Opportunities and challenges in banana production in Asia and the Pacific. Special banana R&D seminar. Cavite State University, Indang, Cavite, Philippines, 20 July 2004,.
- Molina A.B. Overview of the banana RDE programme. Banana R&D review and planning workshop. PCARRD, Los Baños, Laguna, Philippines, 28-29 April 2004.
- Molina A.B., S. Sathiamoorthy and I. Van den Bergh. Introduction and exploitation of *Musa* germplasm for invigorating Indian banana industry. Presented during the 1st Indian Horticultural Congress, New Delhi, India, 6-9 November 2004.
- Vilarinhos A.D., A. Benabdelmouna, F. Bakry, P. Piffanelli, D. Triaire, P. Lagoda, J.L. Noyer, B. Courtois, F. Carreel and A. DHont. 2004. Characterization of translocations in 'Calcutta 4' and 'Madang'. P. 25 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.*
- Staver C., A. Aguilar, S. Castillo and M. Carcache. 2004. Farmer learning and agro-ecological and crop pest management of plantains and bananas in Nicaragua. P. 239 in *Harnessing research to improve livelihoods. Abstract guide. 1st International congress on Musa. Penang, Malaysia, 6-9 July 2004. INIBAP, Montpellier.*
- Van den Bergh I. Culturing of *Musa* nematodes. Presentation given during the Training workshop: Recent advances for eco-friendly management of nematodes in banana, NRCB, Tiruchirapalli, India, 16-18 March 2004.
- Van den Bergh I. Assessment of host-plant reaction of *Musa* to nematodes. Presentation given during the Training-workshop: Recent advances for eco-friendly management of nematodes in banana, NRCB, Tiruchirapalli, India, 16-18 March 2004.
- Van den Bergh I. Overview of the banana rehabilitation programme. Presented during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, PAC, Magalang, Pampanga, Philippines, 18-19 May 2004.
- Van den Bergh I. From nursery to the field: the big step. Presentation given during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, PAC, Magalang, Pampanga, Philippines, 18-19 May 2004.
- Van den Bergh I. Proper field management: the road to success. Presentation given during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, PAC, Magalang, Pampanga, Philippines, 18-19 May 2004.
- Van den Bergh I. Overview of the banana rehabilitation program. Presentation during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, MinSCAT, Victoria, Oriental Mindoro, Philippines, 25-26 May 2004.
- Van den Bergh I. From nursery to the field: the big step. Lecture given during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, MinSCAT, Victoria, Oriental Mindoro, Philippines, 25-26 May 2004.
- Van den Bergh I. Proper field management: the road to success. Presentation given during the hands-on training on Nursery and field management of *in vitro* propagated bananas, MinSCAT, Victoria, Oriental Mindoro, Philippines, 25-26 May 2004.
- Van den Bergh I. and M.A.G. Maghuyop. Nematode pests of *Musa*: General information, diagnosis and management. Presentation given during the Training on Banana disease management and data collection, PCARRD, Los Baños, Laguna, Philippines, 10-12 August 2004.
- Van den Bergh I., M.A.G. Maghuyop, V.N. Roa and A.B. Molina. 2004. The national repository, multiplication and dissemination centers: an instrument to enhance the distribution of improved, pest-and disease-resistant *Musa* varieties in Asia and the Pacific. 35th Anniversary and Annual Scientific Conference of the Pest Management Council of the Philippines, Iloilo, Philippines, 16-19 March 2004.

Junta directiva

Presidente

■ **Dr Benchaphun Shinawatra- Ekasingh**
Chiang Mai University
Multiple Cropping Centre
Faculty of Agriculture
Chiang Mai 50002
Tailandia

Vice presidente

■ **Dr Anthony K. Gregson**
Oakview East
P.O. Box 197
Warracknabeal
Victoria 3303
Australia

Miembros

■ **Dr Carlos Cano**
(salió durante el año)
Ministro de Agricultura
Av. Jimenez # 7 - 65
Bogota, Colombia

■ **Prof. Thomas Cottier**
(salió durante el año)
Director
Institute of European &
International Economic
Law
Hallerstrasse 6/9
CH-3012 Bern, Suiza

■ **Dr Emile Frison**
Director General
IPGRI
Via dei Tre Denari 472/a
00057 Maccarese
(Fiumicino)
Roma, Italia

■ **Dr Marianne Lefort**
Head of Plant Breeding
Department
Institut national de la
recherche agronomique
INRA-DGAP
RD 10 – Route de St Cyr
78 026 Versailles Cedex
Francia

■ **Dr Olga Linares**
Senior Staff Scientist
Smithsonian Tropical
Research Institute
Unit 0948
APO AA 34002-0948
Balboa, Panama

■ **Prof. Magdy A. Madkour**
Presidente
Agricultural Research
Center
Supervisor
The Agric. Genetic
Engineering Research
Institute (AGERI)
9, Gamaa Street
Giza 12619
Egipto



■ **Dr Shoji Miyazaki**
Director Genebank, NIAS
2-1-2 Kannondai
Tsukuba 305-8602
Japón

■ **Prof. Luigi Monti**
Department of Agronomy
and Plant Genetics
Università di Napoli
Via dell'Università 100
80055 Portici, Napoli
Italia

■ **Dr Rene Salazar**
Coordinator
PEDIGREA
6-1 Oakwood Street
Cottonwood Heights
Antipolo City
Filipinas

■ **Prof. Ana Sittenfeld**
Centro de Investigación
en Biología Celular y
Molecular (CIBCM)
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria
Rodrigo Facó, San José
Costa Rica

■ **Dr Stephen Smith**
Pioneer Hi-Bred
International
7300 NW 62nd Ave
P.O. Box 1004
Johnston, Iowa 50131
EEUU

■ **Dr Mahmoud Sohl**
Director, FAO
Plant Production &
Protection Division
Viale delle Terme di
Caracalla
00100 Roma
Italia

■ **Dr Florence Wambugu**
Director, Regional Office
A Harvest Biotech
Foundation International
AHBFI
Runda Mimosa vale
Hse No. 215
P.O. Box 25556, Nairobi
Kenia

Resumen financiero

Ingresos

	No atribuidos	Atribuidos	Total
Australia	131		131
Austria		62	62
Bélgica	234	773	1 008
Canada	592		592
Unión Europea		650	650
Francia	166		166
India	25		25
Países Bajos	82		82
Filipinas	8	65	73
Sudáfrica	30		30
Tailandia	3		3
Uganda		188	188
Reino Unido	93	3	95
Estados Unidos	77	140	217
CATIE		16	16
CDC		283	283
CFC		340	340
CIMMYT (Challenge Programme)		245	245
CIRAD		31	31
CTA		134	134
FFTC		10	10
FONTAGRO		232	232
Fundación Gatsby		367	367
IBRD	551		551
CIID		112	112
IFPRI		31	31
KULeuven		8	8
OAS		562	562
Fundación Rockefeller		73	73
TBRI		2	2
VVOB		476	476
Otros ingresos	(51)		(51)
Total ingresos	1 940	4 802	6 742

Gastos

	No atribuidos	Atribuidos	Total
Programa de investigación	1 928	4 802	6 730
Administración general	397		397
Total gastos	2 325	4 802	7 127
Recuperación de costos indirectos	(401)		(401)
Total	1 924	4 802	6 726

Al 31 de diciembre de 2004 – expresado en miles de \$US

Lista del personal 2004

Nombre	Función	Nacionalidad	Contratado	Sede
R. Markham	Director	Reino Unido	01-07-03	Montpellier
A. Akokulya*	Chófer/mensajero	Uganda	01-01-03	Uganda
E. Akyeampong	Coordinador regional AOC	Ghana	01-06-97	Camerún
E. Arnaud	Encargada MGIS	Francia	01-10-89	Montpellier
T. Aourai	Contable asistente	Reino Unido	01-07-03	Montpellier
S. Belalcázar	Colaborador científico honorario	Colombia	01-04-02	Costa Rica
G. Blomme	Científico asociado, Asistente del Coordinador regional	Bélgica	01-01-00	Uganda
R. Bogaerts	Técnico	Bélgica	12-02-88	ITC, Bélgica
G. Boussou	Especialista Info/doc	Francia	07-09-00	Montpellier
H. Calderón	Encargado de administración	Costa Rica	06-09-04	Costa Rica
A. Causse	Asistente de programa	Francia	22-11-99	Montpellier
H. Doco	Especialista Info/com,	Francia	15-09-98	Montpellier
C. Eledu	Especialista SIG	Uganda	01-06-00	Uganda
L. Er-Rachiq	Documentalista asistente	Francia	19-08-02	Montpellier
J.V. Escalant	Científico, Coordinador Mejoramiento genético de Musa	Francia	01-04-99	Montpellier
S. Faure	Asistente de dirección	Reino Unido	01-06-88	Montpellier
L. Fauveau*	Consultante, Especialista web	Francia	03-11-03	Montpellier
E. Gonnord	Contable	Francia	17-08-98	Montpellier
K. Jacobsen	Científica asociada, Traslado de tecnologías	Bélgica	01-05-01	Camerún
J. Kamulindwa	Administrador del proyecto de biotecnología en Uganda	Uganda	03-05-01	Uganda
D. Karamura	Especialista en Germoplasma de <i>Musa</i>	Uganda	01-01-00	Uganda
E. Karamura	Coordinador regional AOS	Uganda	01-04-97	Uganda
E. Kempnaers	Técnico científico	Bélgica	15-10-90	ITC, Bélgica
K. Lehrer	Asistente de programa	EEUU	06-01-03	Montpellier
C. Lusty	Especialista Comunicación y evaluación del impacto	Reino Unido	05-06-00	Montpellier
S.B. Lwasa	Asistente de programa	Uganda	01-08-97	Uganda
M.A. Maghuyop	Técnico	Filipinas	01-07-00	Filipinas
D. Masegosa	Contable asistente	Francia	16-08-04	Montpellier
H. Mbuga	Contable asistente	Uganda	15-04-02	Uganda
J. Mertens	Técnico	Bélgica	01-01-05	ITC, Bélgica
B. Metoh	Asistente de programa	Camerún	07-01-03	Camerún
T. Moens*	Científico asociado, Nematología	Bélgica	01-06-98	Costa Rica
A.B. Molina	Coordinador regional AP	Filipinas	20-02-98	Filipinas
A. Nkakwa Attey	Encargado del proyecto de traslado de tecnologías para el plátano	Camerún	01-11-02	Camerún
M. Osiru	Científico asociado	Uganda	01-07-04	Uganda
C. Picq	Coordinadora Información/comunicación	Francia	01-04-87	Montpellier
L. Pocasangre	Científico asociado, Traslado de tecnologías	Honduras	01-07-00	Costa Rica
G. Ponsioen	Especialista Info/doc	Países bajos	12-04-99	Montpellier
V. Roa	Asistente de programa	Filipinas	01-01-91	Filipinas
F. Rosales	Coordinador regional LAC	Honduras	01-04-97	Costa Rica
M. Rouard	Bioinformático	Francia	01-11-04	Montpellier
N. Roux	Científico, Coordinador, Genómica de <i>Musa</i> y conservación de germoplasma	Bélgica	26-05-03	Montpellier
M. Ruas	Administrador de bases de datos	Francia	28-02-00	Montpellier
S. Soldevilla-Canales*	Consultante, Co-Director nacional, Proyecto Banano orgánico, Bolivia	Perú	16-09-03	Bolivia
J.W. Ssenyonga*	Consultante, Proyecto Evaluación del impacto	Uganda	06-08-03	Uganda
C. Staver	Científico, Coordinador, Producción y utilización sostenible de <i>Musa</i>	EEUU	01-01-04	Montpellier
R. Swennen	Colaborador científico honorario	Bélgica	01-12-95	KUL, Bélgica
J. Tetang Tchinda	Encargado de la información regional en Africa	Camerún	15-08-02	Camerún
I. Van den Bergh	Científico asociado, Traslado de tecnologías	Bélgica	01-10-97	Filipinas
I. Van den Houwe	Encargada del Centro de tránsito	Bélgica	01-02-92	ITC, Bélgica
L. Vega	Asistente de programa	Costa Rica	01-02-92	Costa Rica
A. Vézina	Editora, Redactora científica	Canadá	15-07-02	Montpellier
T. Vidal	Encargado de la red informática	Francia	01-10-03	Montpellier
A. Vilarinhos*	Científico asociado, Biología molecular	Brasil	01-09-00	Montpellier
S. Voets	Asistente administrativa	Bélgica	01-01-93	ITC, Bélgica

* salió durante el año.

La lista presenta miembros del programa INIBAP de IPGRI. Personal de otros programas y departamentos de IPGRI contribuyó al programa INIBAP en 2004, pero no figura en esta lista.

Acónimos y abreviaciones

ADN	ácido desoxirribonucleico	IFPRI	International Food Policy Research Institute, EEUU
ADRA	Adventist Development and Relief Agency, Tanzania	IFRURI	Indonesian Fruit Research Institute, Indonesia
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism	IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica
ARC	Austrian Research Centre, Austria	IHR	Indian Institute of Horticultural Research, India
ARDI	Agriculture Research and Development Institute, Tanzania	IITA	International Institute for Tropical Agriculture, Nigeria
ARN	ácido ribonucleico	IITA-ESARC	IITA- Eastern and Southern Africa Regional Centre, Uganda
ASARECA	Association for Strengthening Agricultural Research in Eastern and Central Africa	ILAC	Institutional Learning and Change
BAC	chromosoma artificial bacteriano	IMTP	Programa Internacional de Evaluación de <i>Musa</i>
BAPNET	Red de Banano para Asia y el Pacífico	INERA	Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, República Democrática del Congo
BARI	Bangladesh Agricultural Research Institute, Bangladesh	INIA	Instituto Nacional de Investigação Agronomica, Mozambique
BARNESA	Red de Investigación Bananera para Africa Oriental y del Sur	INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela
BBTV	virus del bunchy top del banano	INRAB	Institut national de recherche agricole du Bénin, Bénin
BEL	locus expresado del BSV	IPB	Institute for Plant Breeding, Filipinas
BPI	Bureau of Plant Industries, Filipinas	IPGRI	Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Italia
BRIS	sistema de información sobre los investigadores bananeros, INIBAP	IRAG	Institut de Recherche Agronomique de Guinée, Guinea
BSV	virus del rayado del banano	IRAP	inter-retroelement amplified polymorphisms
BSV-Gf	BSV-Gold finger	ISPSC	Ilocos Sur Polytechnic State College, Filipinas
BSV-Im	BSV-Imove	ITC	Centro de Tránsito de INIBAP, Bélgica
BSV-Mys	BSV-Mysore	JIC	John Innes Centre, Reino Unido
BSV-OI	BSV-Obino I'ewai	KULeuven	Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica
BTI	Boyce Thomson Institute for Plant Research, EEUU	MARDI	Malaysian Agricultural Research and Development Institute, Malasia
CARBAP	Centre africain de recherches sur bananiers et plantains, Camerun	MAS	Myanmar Agriculture Service, Myanmar
CARDER	Centre d'action régionale pour le développement, Bénin	MGIS	Sistema de Información sobre el Germoplasma de <i>Musa</i>
CARDI	Cambodian Agricultural Research and Development Institute, Cambodia	MinSCAT	Mindoro State College for Agriculture and Technology, Filipinas
CATAS	Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, China	MIPSGF	Munich Information Center for Protein Sequences/Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Alemania
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica	MTS	almacenamiento a medio plazo
cDNA	ADN complementario	MUSACO	Red de Investigación de <i>Musa</i> para Africa Occidental y Central
CENARGEN	Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos y Biotecnología, Brasil	MUSALAC	Red de Investigación y Desarrollo de Bananos y Plátanos para América Latina y el Caribe
CFC	Fondo Común para los Productos Básicos, Países bajos	MUSALIT	base de datos bibliográficos de INIBAP
CGIAR	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional	NARI	National Agricultural Research Institute, Papúa Nueva Guinea
CIB-UNALMED	Corporación para Investigaciones Biológicas - Universidad Nacional de Colombia, Colombia	NARO	National Agricultural Research Organization, Uganda
CIBE	Centro Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, Ecuador	NIAS	National Institute of Agrobiological Sciences, Japón
CICY	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, México	NRCB	National Research Centre on Banana, India
CIID	Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, Canadá	NRMDC	National repository, multiplication and dissemination centre
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México	NSF	National Science Foundation, United States of America
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México	PAC	Pampanga Agricultural College, Filipinas
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Francia	PCARRD	Philippines Council for Agriculture Resources Research and Development, Filipinas
CNRA	Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire	PHP	hypertext Preprocessor
CORAF	Conférence des Responsables de la Recherche Agronomique Africains	PIF	sistema de multiplicación PIF
CORBANA	Corporación Bananera Nacional, Costa Rica	PPRI	Plant Protection Research Institute, Sudáfrica
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia	PRI	Plant Research International, Países Bajos
COS	Conserved orthologous set	PROMUSA	Programa Global para el Mejoramiento de <i>Musa</i>
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research, Ghana	QDPI	Queensland Department of Primary Industries, Australia
CTA	Technical Centre for Agriculture and Rural Cooperation ACP-EU, Países bajos	QSC	Quirino State College, Filipinas
CvSU	Cavite State University, Filipinas	QUT	Queensland University of Technology, Australia
DA-BAR	Department of Agriculture - Bureau of Agricultural Research, Filipinas	RDC	República Democrática de Congo
DGDC	Directorate General for Development Cooperation, Bélgica	RFLP	polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción
DMMSU	Don Mariano Marcos Memorial State University, Filipinas	RISBAP	Sistema de Información Regional para Bananos y Plátanos en Asia y el Pacífico
DPIF	Department of Primary Industries and Fisheries, Australia	SACCAR	South African Centre for Cooperation in Agricultural Research, Botswana
EAHB	bananos de los altiplanos de Africa Oriental	SAGE	Serial analysis of gene expression
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasil	SARI	Southern Agricultural Research Institute, Etiopia
ESPOL	Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador	SCAU	South China Agricultural University, China
EST	etiquetas de secuencia expresada	SLPC	Southern Luzon Polytechnic College, Filipinas
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Suiza	SNIA	sistema nacional de investigación agrícola
FABI	Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, Sudáfrica	SPC	Secretariat of the Pacific Community, Fiji
FADECO	Family Alliance for Development and Cooperation, Tanzania	SSH	suppression subtractive hybridization
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, Italia	SSR	simple sequence repeat
FARA	Forum for Agricultural Research in Africa	TARGET	Technology Applications for Rural Growth and Economic Transformation, EEUU
FFTC	Food and Fertilizer Technology Center, Filipinas	TAS	sandwich anticuerpo triple
FHIA	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras	TBRI	Taiwan Banana Research Institute, Taiwan
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, EEUU	T-DNA	DNA transferido
FUNDAGRO	Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Ecuador	TIGR	The Institute for Genomic Research, EEUU
GDAAS	Guandong Academy of Agricultural Sciences, China	UCL	Université Catholique de Louvain, Bélgica
HORDI	Horticultural Research and Development Institute, Sri Lanka	UE	Unión Europea
HRI	Horticultural Research Institute, Tailandia	UEM	University Eduardo Mondland, Mozambique
IAEA	International Atomic Energy Agency, Austria	UM	University of Malaysia, Malasia
IBP	Instituto de Biotecnología de las Plantas, Cuba	UNAN-León	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Nicaragua
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development, EEUU	USAID	United States Agency for International Development, EEUU
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia	VASI	Vietnam Agricultural Science Institute, Vietnam
ICHORD	Indonesian Center for Horticulture Research and Development, Indonesia	VIMDESALT	Viceministerio de Desarrollo Alternativo, Bolivia
IDIAF	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, República Dominicana	VVOB	Vlaamse Vereniging voor Ontwikkelingsamenwerking en Technische Bijstand, Bélgica
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, Panamá	WAU	Wageningen Universiteit, Países Bajos
IEB	Institute for Experimental Botany, República Checa	WECARD	West and Central African Council for Agricultural Research and Development
IFAD	International Fund for Agricultural Development, Italia	WV Ghana	World Vision Ghana, Ghana

INIBAP

Parc Scientifique Agropolis II
34397 Montpellier - Cedex 5 - Francia
Tel.: 33-(0)4 67 61 13 02
Fax: 33-(0)4 67 61 03 34
E-mail: inibap@cgiar.org
<http://www.inibap.org>

América Latina y el Caribe

c/o CATIE
Apdo 60 - 7170 Turrialba
Costa Rica
Tel./Fax: (506) 556 2431
E-mail: inibap@catie.ac.cr

Asia y el Pacífico

c/o IRRI, Rm 31, GS Khush Hall
Los Baños, Laguna 4031
Filipinas
Tel.: (63-2) 845 0563
Fax: (63-49) 538 0532
E-mail: a.molina@cgiar.org

África Occidental y Central

BP 12438
Douala
Camerún
Tel./Fax: (+237) 342 9156
E-mail: b.metoh@credlink.net

África Oriental y del Sur

PO Box 24384
Kampala
Uganda
Tel.: (256 41) 28 6213
Fax: (256 41) 28 6949
E-mail: inibap@rmut.com

Centro de Tránsito INIBAP (ITC)

Katholieke Universiteit Leuven
Laboratory of Tropical Crop Improvement
Kasteelpark Arenberg 13
B-3001 Leuven
Bélgica
Tel.: (32 16) 32 14 17
Fax: (32 16) 32 19 93
E-mail:
ines.vandenhoutwe@agr.kuleuven.ac.be



Red Internacional para el
Mejoramiento del Banano
y el Plátano