



Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable

Memorias del taller internacional realizado en la EARTH,
Guácimo, Costa Rica — 27-29 de Julio de 1998

F.E. Rosales, S.C. Tripon y J. Cerna, editores



Producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable

Memorias del taller internacional realizado en la
EARTH, Guácimo, Costa Rica - 27-29 de Julio
de 1998

F.E. Rosales, S.C. Tripon y J.Cerna, editores

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores
y no necesariamente de INIBAP.

Agradecimientos

INIBAP agradece a todos los participantes del Taller Internacional de Producción de Banano Orgánico o Ambientalmente Amigable por su valiosa contribución a estas memorias.

INIBAP desea manifestar su reconocimiento además a:

- ☐ INIBAP-LACNET por su iniciativa y esfuerzo para concluir en forma exitosa este Taller.
- ☐ La Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda -EARTH- por ser anfitriona del Taller y por su contribución tanto en recursos materiales como humanos para asegurar el éxito del mismo.
- ☐ Franklin Rosales, Sébastien Tripon y Jonathan Cerna por su acertada labor como Editores de estas memorias.
- ☐ El Banco Interamericano de Desarrollo -BID- por el aporte de los recursos necesarios para realizar el taller.
- ☐ El Centro Internacional para la Investigación y el Desarrollo -CIID- de Canadá por el apoyo financiero para hacer realidad la publicación de estas memorias.

Ilustración de portada:

Reproduce diversas etiquetas con las cuales se identifica y comercializa en el mundo a los bananos producidos con respeto y consideración al ambiente.

Contenido

Prefacio	7
Recomendaciones del Taller	13
Luis Brenes. Marco conceptual de la producción orgánica o amigable al ambiente	15
Gabriela Soto. Normativa nacional e internacional para la producción orgánica y, o ambientalmente amigable de banano	24
Jetse J. Stoorvogel y Ronald Vargas. La agricultura de precisión en banano	40
Phil Rowe. Mejoramiento de banano y plátano resistentes a plagas y enfermedades	56
Antonio López. Fertilización convencional del cultivo de banano en Costa Rica y su relación con la producción sostenible	63
José Orozco Romero. Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano	82
Raúl García, Roberto Guijarro y Orlando Milián . Empleo de fuentes alternativas de fertilizantes para la producción de banano y plátano en Cuba	89
M. C. Jaizme-Vega. Aplicaciones de las Micorrizas Arbusculares (MA) sobre plataneras micropropagadas	106
Bruno Delvaux, Stéphane Declerck y Stéphane Schadeck. Propiedades y manejo de suelos en relacion con la produccion sostenible de banano ambientalmente amigable	123
Jean Louis Sarah. Las prácticas culturales como medio de control de nematodos en el banano	138
Clifford S. Gold. Manejo integrado de plagas del gorgojo del banano, con énfasis en Africa Oriental	152

Ronald A. Romero. El control de la Sigatoka negra en producción de banano orgánico	173
Sergio Laprade Coto y Roberto Ruiz Barrantes. Comportamiento productivo de los híbridos FHIA-01®(AAAB) y FHIA-02 (AAAB) bajo fertilización inorgánica y orgánica	180
Pablo Acuña y Roberto Ruiz. Manejo sostenible del cultivo de banano: Resultados preliminares del efecto de minicomposteras formadas de residuos orgánicos de la cosecha sobre la producción	186
P. Zapata, G. Rodríguez, T. Cuesta, C. Armijos, D. Abuchar y P. Tabora. Factibilidad en la producción orgánica de banano Gros Michel bajo sistemas de pequeños agricultores	193
Gabriela Soto y Sébastien Tripon. Insumos para la producción orgánica del banano	200
Eric Sauvé y William Edwarson. Introducción de nuevos bananos al mercado canadiense: la experiencia del CIID con las variedades de FHIA	222
Eric Sauvé. El mercado global para el banano orgánico	252
Acrónimos y Abreviaturas	263
Lista de Participantes	264

Prefacio

La Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano –INIBAP– tiene como misión aumentar la productividad y la estabilidad de la producción de los bananos y de los plátanos cultivados en fincas pequeñas para consumo doméstico, así como para mercados locales y de exportación.

Aunque la actividad bananera para exportación está dominada por grandes compañías transnacionales, existen también dentro de este sector muchos productores pequeños (independientes o asociados) como los de Centroamérica, el Caribe y Ecuador. Estos pequeños productores enfrentan muchas desventajas en la actividad bananera, que se torna cada vez más competitiva y difícil de manejar por las siempre crecientes exigencias de calidad, altos niveles de tecnificación y de protección ambiental contrapuestos a una lucha contra plagas y enfermedades, la cual es cada día más difícil de ganar, especialmente en el caso de la Sigatoka negra y los nematodos. Todo esto ocasiona mayores niveles de inversión, difíciles de cumplir por los pequeños productores que día a día se ven obligados a abandonar esta actividad productiva.

Hoy en día la producción de banano orgánico es realizada en su mayoría por pequeños agricultores. Muchos de ellos lo hacen como una manera natural de producción, por carecer de medios para aplicar las recomendaciones tecnológicas modernas; los de mayor capacidad económica lo hacen porque han descubierto una oportunidad de hacer negocio, al mismo tiempo que se ajustan a las exigencias cada vez más fuertes de un sector consumidor que demanda mayor protección del ambiente, especialmente en lo que a uso de plaguicidas se refiere.

Podríamos decir que actualmente el negocio de producción orgánica es la actividad más adecuada para los pequeños productores, especialmente aquellos que se ven forzados a abandonar la actividad del banano de exportación tradicional.

El objetivo de este primer Taller Internacional sobre Producción de Banano Orgánico y, o, Ambientalmente Amigable fue el de analizar los conocimientos actuales sobre el cultivo de banano y compararlos con los requisitos necesarios para alcanzar su producción orgánica sostenible y económicamente rentable. La meta final sería el poder llegar a recopilar una serie de conocimientos, un “estado del arte”, en producción orgánica de banano que sirva como punto de partida al desarrollo de innovaciones tecnológicas orientadas a los pequeños productores, que son los pioneros de la producción orgánica.

A este evento concurrieron 25 participantes de 10 países, con diferentes experiencias, lo que motivó una fluida, controversial a veces, pero fructífera

discusión sobre el tema del Taller. Se presentaron exposiciones sobre el estado actual de la producción orgánica en general, síntesis de las normativas que rigen la producción orgánica y ambientalmente amigable de banano, así como algunas características comunes de los movimientos de agricultura alternativa que promueven el desarrollo sostenible y que se implementaron para tratar de evitar las limitaciones que tienen algunos sistemas agrícolas tradicionales que no toman en cuenta las implicaciones ecológicas y sociales de la producción. Estos movimientos comparten un enfoque agroecológico que favorece el reciclaje, la autosuficiencia, el control preventivo y la diversidad estructural y de procesos.

Como una consecuencia de lo arriba apuntado, en la última década han aparecido en el mercado diferentes entes certificadores de banano amigable, orgánico, biodinámico y otros, los cuales al incrementar en número han hecho necesaria la creación de normativas nacionales e internacionales para regular su uso. Esto último es especialmente importante en el caso de la certificación de banano orgánico, donde las agencias de certificación deben ser acreditadas a escala gubernamental, nacional, internacional (Unión Europea, USDA, Codex Alimentarius) e internacional no-gubernamental (IFOAM).

De especial interés fue identificar la ausencia de alternativas agrícolas y, o, científicas para la transformación en el corto y mediano plazo del sistema productivo actual a uno donde se elimine el uso de agroquímicos (banano orgánico). Las serias limitaciones productivas que implica el uso de este tipo de sistema agrícola evidencian la necesidad de aplicar conceptos como el de “Agricultura de Precisión”, que permitan la comprensión de la variación espacial (tipo de suelo) y la variación temporal (productividad) de áreas de manejo y el uso racional de los agroquímicos, para garantizar máximos rendimientos y mínimo impacto ambiental.

La labor de los programas de mejoramiento genético de banano recuperó su vigencia, ya que ofrecen una de las mejores alternativas para la producción orgánica con el uso de híbridos resistentes a plagas y enfermedades, los que a su vez tienen un alto potencial productivo. Se mencionó que los híbridos FHIA-23 (tipo Gros Michel), FHIA-18 (banano para postre) y FHIA-03 (banano de cocción) son utilizados en gran escala sin aplicación de químicos para el control de la Sigatoka negra y que, además de esta ventaja, el FHIA-18 tiene resistencia al nematodo barrenador.

Tradicionalmente en el cultivo del banano se utilizan altas dosis de fertilizantes químicos, especialmente Nitrógeno y Potasio, ocasionando que una gran parte de la investigación se enfoque a mejorar el aprovechamiento de los mismos y en consecuencia a manejar las plantaciones en una forma más sostenible. Ahora es más común ver la aplicación del abono cada vez más fraccionada; la utilización del balance nutricional como herramienta para tratar de reponer únicamente lo

que la planta extrae; se asegura la presencia de raíces más sanas por medio de la utilización de plantas *in vitro*; el uso de fertilizantes de liberación controlada; la utilización de abonos orgánicos y “compost”; la aplicación de fertilizantes foliares y el uso de enmiendas como la cal en plantaciones con suelos ácidos bajos en Calcio.

Amerita mencionar, en este caso del uso de fertilizantes, la experiencia de Cuba, en donde se diseñó un programa para encontrar fuentes de fertilizantes alternas a los abonos químicos convencionales. Este programa ha permitido reducir en un 75% el uso de fertilizantes químicos y en su lugar se utiliza ceniza vegetal (caña de azúcar y tabaco), vinaza, cachaza, murcielaguina, gallinaza, estiércol ovino, polvillo residual de la fabricación de cemento y jacinto de agua, entre otros, para la producción de banano y plátano.

Este tema concluyó indicando que la clave para una producción más sostenible y ambientalmente amigable en los sistemas tradicionales que utilizan muchos insumos, es el incremento sincronizado entre la necesidad y abastecimiento de agua y los nutrimentos de la planta. También se destacó que la materia orgánica y la biocenosis del suelo tienen un papel muy importante en esta sincronización. Se resaltó que para responder a una demanda de producción de banano sostenible es necesario investigar el ciclo de los nutrimentos en el manejo de los residuos orgánicos, mejorar el desarrollo y crecimiento de las raíces *in situ*, y la comprensión y uso de la biocenosis de la rizosfera del banano.

El tema de plagas y enfermedades se abordó con un énfasis específico en nematodos, picudos y Sigatoka negra. Respecto a los nematodos, se expuso que la utilización de un suelo sano, unido a un buen manejo de la fertilidad del suelo y al uso de plantas *in vitro* libres de patógenos, son elementos esenciales para su control, y que el uso de híbridos resistentes a estos patógenos aporta alternativas positivas. Se discutió el uso potencial de las micorrizas para el control de nematodos, por sus efectos sobre el desarrollo y la nutrición de la planta, lo que puede incrementar la resistencia natural de las mismas en situaciones de desequilibrios bióticos, o abióticos como estrés hídrico o salino, entre otros. Al respecto se concluyó que aunque el tema es interesante, aún queda mucho por investigar antes de hacer un uso práctico comercial de esta alternativa. Esto último es extensivo para el control biológico en general, el cual es un problema complejo y aunque existen métodos disponibles para los productores, se necesita una investigación más exhaustiva.

Se expuso también sobre la biología del Picudo negro, *Cosmopolites sordidus*, y se explicó que el uso de material de siembra sano (cormos o plántulas de cultivo de tejidos), selección del sistema de cultivo, el manejo de los desechos del cultivo y la colocación de trampas, son prácticas culturales que pueden afectar al picudo negro y promover el vigor de la planta, el cual es un elemento

primordial para la lucha contra este insecto. Se identificó la necesidad de mayor investigación en el control biológico de esta plaga.

En relación a la Sigatoka negra se contó con una exposición sobre las condiciones actuales del cultivo del banano en comparación con el equilibrio natural, para explicar los problemas que enfrenta este cultivo ante el ataque del hongo (*Mycosphaerella fijiensis*) causante de la misma. El desarrollo de esta enfermedad se ve favorecido por el hecho de que en banano se utilizan cultivares con uniformidad morfológica y genética, cultivados en extensas áreas, en forma permanente y en ubicaciones geográficas de alta concentración del mismo. El manejo de la Sigatoka negra en una plantación con fines de producción de banano orgánico podría incorporar ciertas prácticas como: ciclos de producción anual o bianuales sembrando en épocas que permitan el desarrollo vegetativo de la planta en condiciones menos propicias para la enfermedad; utilizar sistemas de riego por goteo o subarbóreo; sistemas de drenaje eficientes; programas de deshoje frecuentes; desmanes más rigurosos; producción con germoplasma mixto (genotipos con diferentes grados de resistencia), y el manejo óptimo de la fertilización. El uso de aceites agrícolas, biocidas y compuestos que inducen el mecanismo de resistencia de las plantas, fueron mencionados como una alternativa, pero deben ser investigados antes de ser recomendados. Se resaltó que los híbridos con resistencia a esta enfermedad son quizás los productos con mayor potencial pero que se debe investigar su manejo poscosecha, así como su aceptación por los consumidores.

Se dedicó una sesión completa a la discusión de experiencias de producción y comercialización de banano bajo sistemas orgánicos. Se reconoció el hecho de que la presión económica hace más difícil la aplicación de este concepto y se está haciendo necesario incorporar productores más tecnificados, ligados muchas veces a cultivadores más grandes, para lograr que sobreviva este tipo de producción en el contexto del mercado. Se presentó el papel de los insumos en la producción orgánica y el esfuerzo por promover un mejor manejo del sistema para disminuir la necesidad de insumos externos. También se ofrecieron detalles sobre las diversas listas de productos que existen y los inconvenientes que presenta cada una de ellas. Se identificó como una prioridad la necesidad de contar con listas de productos comerciales adaptadas a cultivos específicos (en este caso a banano y plátano) y, o, a regiones productivas, por ejemplo producción en los trópicos, que sería diferente a la producción en climas templados.

Se presentó la experiencia del CIID en la comercialización del banano FHIA-02 o “Mona Lisa” producido orgánicamente en Costa Rica para el mercado canadiense. En este caso se demostró (después de varios meses de seguimiento) que la exportación de esta nueva variedad pudo realizarse bajo condiciones apropiadas de envío y que fue aceptada por el consumidor obteniéndose un

beneficio grande, gracias a un precio más alto en el mercado que el producto convencional. Aquí se pudo constatar la necesidad de contar con pruebas sobre comercialización a mayor escala que las usadas normalmente en los procesos de estudios de los institutos de investigación agrícola, así como la importancia de investigar más los aspectos económicos de la producción y la exportación, sin dejar de lado los aspectos ambientales.

Respecto al desarrollo del mercado de banano orgánico se conoció que en las primeras fases del mercado los costos de los productos orgánicos eran muy elevados con relación al convencional, no tanto porque la producción resultara más cara sino porque en el sistema de distribución el volumen era muy pequeño. Actualmente, con la apertura de nuevos mercados donde los consumidores no están acostumbrados a comprar un producto más caro y menos atractivo, el desarrollo del mercado orgánico está enfrentado a un nuevo problema. Sin embargo, el mercado de la fruta fresca se desarrolla a un ritmo de entre 20 y 30% por año, pero el mercado del banano procesado está casi saturado. Se concluyó que el mercado de fruta fresca se encuentra en una fase de desarrollo muy reciente y que las regulaciones del precio son un elemento a considerar para el crecimiento de este tipo de producto, asegurándose que el pequeño productor no pierda su beneficio con la disminución del precio actual, que podría también suceder si empresas más grandes entran en este mercado. Si esto último aconteciera, los productores mas pequeños serían los más afectados a pesar de que son los que actualmente están moviendo este producto.

Esperamos que la información contenida en el presente documento sea de valor para productores, investigadores y educadores y que estimule a estos últimos a participar más activamente en este campo de la agricultura con tantos retos. Asimismo, esperamos que incline a los donantes a apoyar la investigación, transferencia, capacitación e información/documentación de la producción orgánica de banano.

Por este medio, el INIBAP agradece a todos los participantes por sus valiosas presentaciones y a la EARTH por la colaboración prestada para la realización exitosa de este taller. Se agradece especialmente al Banco Interamericano de Desarrollo –BID- por los recursos necesarios para la movilización de los invitados y al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo –CIID- del Canadá, por los fondos que hicieron posible la publicación de las memorias de este Taller en los idiomas Inglés y Español.

Franklin E. Rosales

Coordinador Regional de INIBAP
para América Latina y el Caribe

Recomendaciones del Taller

El taller brindó la oportunidad de intercambiar opiniones dentro de grupos de trabajo, de los cuales se obtuvo sugerencias o recomendaciones para la acción futura del INIBAP en este campo. Entre ellas se tiene:

- * Que INIBAP fomente la **creación de una red** que evalúe el impacto de alternativas de producción orgánica elegidas para su validación.
- * Crear un centro de **recopilación de toda la información** referente a la producción orgánica de Musáceas.

En el área de cosecha y poscosecha:

- * Evaluar sistemas de cosecha para los nuevos híbridos de banano, incluyendo prácticas de desmane, utilizando para ello técnicas de maduración y de estimación de edad de cosecha de acuerdo con la metodología publicada por INIBAP;
- * Investigar sistemas de empaque para banano con fines de exportación;
- * Crear una base de datos sobre trabajos en cosecha y poscosecha realizados en banano y plátano orgánicos;
- * Integrar los diferentes grupos de investigadores que trabajan en poscosecha.
- * Estudiar las técnicas de maduración para bananos orgánicos y definir un manual de calidad para el mismo;
- * Investigar alternativas a los tratamientos, sobre todo la podredumbre de la corona;
- * Educar al productor orgánico en manejo pre y poscosecha;
- * Capacitar al madurador sobre las técnicas de manejo de fruta orgánica;
- * Capacitación sobre normas de certificación orgánica.

Mercadeo:

- * Mejorar el sistema de información sobre mercados;
- * Evaluar el mercadeo en la promoción de banano orgánico;
- * Educar al importador y consumidor sobre las características del banano orgánico;
- * Promover la creación de una Asociación de Productores de Banano y Plátano Orgánicos;
- * Dar seguimiento al mercado de sellos sociales;
- * Crear un sello social/orgánico para dar un reconocimiento al producto de los pequeños productores.

Producción:

Se concluyó que sí es posible transformar un sistema convencional o desarrollar uno sostenible, siempre y cuando se efectúe una serie de trabajos respetando las características socioculturales y geográficas específicas de cada zona, tomando en cuenta los escenarios de producción a pequeña y gran escala. Para este fin se sugirió:

- * Conocer los criterios utilizados en los sistemas orgánicos consolidados con el fin de recopilar información;
- * Establecer para cada explotación el balance nutricional y las necesidades de fertilización, mediante análisis de laboratorio, encuestas, etc;
- * Evaluar el potencial de nutrimentos en materiales orgánicos y reciclado en cada situación, para establecer una disponibilidad regional;
- * Conocer la actividad microbiológica de los patógenos y de los microorganismos benéficos;
- * Profundizar en el conocimiento del sistema radical (arquitectura radical, rizosfera, sistema suelo-planta-agua);
- * Estudiar el sistema que emplean los campesinos que trabajan orgánicamente, con el fin de aprovechar su experiencia y mejorar en lo posible sus explotaciones (ampliación del mercado para fruta fresca, mejora de las condiciones poscosecha, tecnología para la producción de semilla de buena calidad y bajo costo);
- * Categorizar las zonas de acuerdo con su aptitud potencial para el desarrollo sostenible;
- * Estudiar el establecimiento de clones mejorados con el propósito de diversificar la producción;
- * Considerar seriamente la alternativa de manejo hortícola del cultivo (cosecha anual, incluyendo plantas *in vitro*).

Marco conceptual de la producción orgánica o amigable al ambiente

Luis Brenes¹

“Existimos para ser felices”

filosofía Aristotélica, **Ética Nicomaquea**

“No tenemos derecho a gozar de la felicidad si no la creamos en torno nuestro, de la misma manera que no tenemos derecho a consumir la riqueza sin producirla”. Bernard Shaw. **Cándido**

Esta presentación no pretende ser un tratado sobre sostenibilidad ni sobre ética profesional. Más bien busca ser un coloquio sobre cómo los derechos fundamentales del hombre se ven afectados por nuestros actos, y cómo la sostenibilidad de un sistema agrícola está íntimamente ligada a lo anterior. Busca iniciar este Taller con una serie de conceptos e ideas que le permita a los participantes adoptar una postura crítica y participativa al respecto de los temas que se estarán tratando durante el mismo. Por lo tanto, el estilo de este documento no es magistral ni está circunscrito al rigor científico, sino más bien es un estilo coloquial que abre espacios para la reflexión y la opinión.

Centrados en el hombre: algunos conceptos de ética agrícola

Para alcanzar esta felicidad que menciona Aristóteles, esta plenitud de vida, el hombre debe satisfacer sus necesidades. Pero, ¿cuáles son estas necesidades? Las hay de varios tipos, algunas básicas: alimento, techo, y vestido, porque garantizan la vida, sin la cuál pierde sentido hablar de otras necesidades tales como las de la educación, de la libre expresión, etc.

El derecho a la plena realización, a desarrollar las potencialidades que como seres humanos tenemos, es tan esencial que ha sido reconocido en la Declaración Universal de los Derechos del Hombre, firmada por las Naciones Unidas en 1948 cuando aún se escuchaban los ecos de la Segunda Guerra Mundial. En

¹ Certificador independiente, Costa Rica

ella se menciona muchos derechos que todo individuo tiene sin discriminación de ningún tipo, los cuales le garantizan las condiciones para su propio desarrollo. Interesantemente, junto a esta multitud de ideales se define sólo un deber: el de cooperar para que otros alcancen sus derechos (Artículo 29). La libertad de un individuo termina donde empieza la de su vecino. Por lo tanto, nosotros tenemos derecho a ser felices, pero también tenemos la obligación de que los demás miembros de la familia humana alcancen la felicidad. El hombre es un ser social y todo acto humano conlleva una responsabilidad.

Puesto que es a través de su actuar que el hombre se perfecciona y se esfuerza por desarrollarse, todo acto humano le ayudará en este camino o lo alienará. No hay puntos neutros. O contribuye a ese esfuerzo de la humanidad por alcanzar su desarrollo, o lo entorpece. De ahí la gran responsabilidad que tenemos todos sobre nuestros actos. Y esto incluye nuestros actos profesionales.

El científico y el técnico tienen una responsabilidad sobre su actuar profesional. ¿Por qué? Porque sus acciones profesionales tienen un impacto que también va más allá de lo meramente científico y técnico. Se puede ilustrar este concepto con un hecho verídico conocido como “la rebelión de los técnicos”. Los científicos encargados por el Pentágono para diseñar la bomba atómica quisieron saber qué utilización militar se le daría y se les negó esa información respondiéndoles simplemente que a ellos les correspondía como técnicos diseñar una bomba que funcionara eficientemente, y que era de los políticos y militares la decisión acerca de su uso. Esto creó un conflicto de conciencia entre los científicos, el que aun hoy día sirve de ejemplo para ilustrar la gran responsabilidad de quienes trabajan con la ciencia y la técnica. *“La ciencia técnica, orientada a la transformación del mundo, se justifica por su servicio al hombre y a la humanidad”*²

Resumiendo hasta aquí: todo hombre tiene derecho a ser feliz, para lo cual sus necesidades deben ser satisfechas. El actuar humano, incluyendo el acto profesional, favorece o entorpece el alcance de estas necesidades.

Sin embargo, el panorama actual no es optimista, tal como fue descrito por la Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (mejor conocida como Comisión Brundtland, por su Directora): *“La Tierra es una pero el mundo no. Todos dependemos de una biosfera para sostener nuestras vidas. Sin embargo, cada comunidad, cada país, lucha por la sobrevivencia y la prosperidad con poco interés sobre su impacto sobre otros. Algunos consumen los recursos de la Tierra a una tasa que dejará poco para las generaciones futuras. Otros, muchos más en número, consumen muy poco y viven bajo la sombra del hambre, la enfermedad y*

² Juan Pablo II, Discurso a los Universitarios, Colonia, Alemania, 15. Nov., 1980

la muerte temprana”³ (*The World Commission on Environment and Development*, 1987 citado en Hogstedt, 1998).

El Desarrollo Sostenible: las necesidades y los recursos

La Comisión Brundtland definió el Desarrollo Sostenible como “*el balance entre las necesidades del hombre y la capacidad de la Naturaleza para satisfacerlas*”. Este balance se debe lograr en tres dimensiones: económica, social y ambiental. Ahora bien: ¿qué está subyacente en el concepto de sostenibilidad? La sostenibilidad, definida como equilibrio o balance, establece que la naturaleza, principal proveedora de recursos para satisfacer las necesidades humanas, es limitada. Por lo tanto, si los recursos son limitados y no se utilizan bien, llegará el momento en que no será posible cubrir las necesidades humanas. Además, la Comisión Brundtland establece que los más pobres son los más necesitados y, al mismo tiempo, los que menos acceso tienen a los recursos.

Citamos nuevamente a esta Comisión: “*la gente pobre se ve forzada a sobreutilizar los recursos ambientales para sobrevivir día a día, y el empobrecimiento de su medio ambiente los empobrece a ellos más aún, haciendo su sobrevivencia aún más difícil e incierta*” (Hogstedt, 1998 y WWF, 1993).

Por lo tanto, el Desarrollo Sostenible no es una política de moda ni un recurso publicitario, ni una estrategia científico-técnica para incrementar las utilidades de las empresas agrícolas, como tampoco una filosofía ecologista que busca proteger los ecosistemas a toda costa. El Desarrollo Sostenible es la única forma de desarrollo que facilita que todos los seres humanos alcancen la realización de sus potencialidades al facilitarles la satisfacción de sus necesidades. No es causa directa pero sí es condición necesaria.

Teniendo claro este concepto, se puede ampliar aún más: no sólo tenemos derecho los hombres y mujeres que habitamos el planeta en la actualidad, también tienen derecho las generaciones futuras. El Fondo para la Vida Silvestre -WWF- estableció que el Uso Sostenible de Recursos es “*el uso de los recursos naturales que siempre permanece dentro de los límites de la capacidad ambiental y, sobre esta base, llena las necesidades de la generación actual, especialmente de los más pobres, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de llenar sus propias necesidades*” (WWF, 1993).

Dentro de este contexto se enmarca la actividad propia que nos atañe: la producción agrícola, entendida como la actividad humana mediante la cual se

³ Las citas textuales han sido traducidas del inglés en forma libre por el autor

produce alimentos, fibras y otros artículos vegetales. La finca, como eje de la actividad agrícola, tiene como propósito suplir algunas de las necesidades del hombre actual. Asimismo, dentro de la división del trabajo, otros suplirán otras de esas necesidades, y se establece el intercambio. De forma tal que aquellas personas que invierten en la actividad agrícola deben asegurar que su empresa les redituará de forma tal que puedan con las utilidades asegurarse el poder de adquirir los bienes y, o, servicios que otros producen y que satisfacen sus otras múltiples necesidades.

La Revolución Verde y su enfoque unilateral: suplir la necesidad de alimentos

Es bajo esta óptica que el enfoque de los últimos decenios hacia la producción agrícola ha sido incrementar productividad y rentabilidad. La Revolución Verde tuvo como objetivo más alimentos a menor costo. Las grandes empresas agrícolas establecieron el monocultivo como una forma de recortar los costos fijos, y la agricultura extensiva como una manera de reducir los costos variables. Es propicia la ocasión para quitar el velo negro que ensombrece a la Revolución Verde. Muchos de los científicos y técnicos involucrados en su desarrollo honestamente pensaron que se habían resuelto los problemas de la alimentación mundial con el uso de maquinaria agrícola, plaguicidas y fertilizantes.

Sin embargo, es claro que esta óptica ha dejado de lado muchos otros factores ya mencionados dentro del concepto de Desarrollo Sostenible. El error de la Revolución Verde fue pensar que lo único que restringía el poder satisfacer mejor las necesidades de alimentos eran limitaciones tecnológicas (como la falta de maquinaria para laborar áreas extensas de tierra), o barreras biológicas que podían ser resueltas con el desarrollo tecnológico (como pensar que con sólo aplicar plaguicidas se resolverían los problemas de plagas). Para llegar a un adecuado balance se requiere tomar en cuenta las necesidades de todos los seres humanos (especialmente las de los más pobres y con menos acceso a los recursos, tal como lo discute la Comisión Brundtland); se exige considerar los límites del ecosistema y es obligatorio analizar el impacto sobre los recursos que quedarán disponibles para las generaciones futuras.

La Agricultura Industrial, con su enfoque hacia la producción agropecuaria como un negocio, ha ido reemplazando a la Agricultura Tradicional, con su visión de la agricultura como una forma de vida. La concentración de tierras, el monocultivo y el desplazamiento de los campesinos a las ciudades, atentan seriamente contra la seguridad alimentaria y, por lo tanto, contra el futuro de los pueblos (Blatz, 1994).

La Agricultura Industrial, como un agronegocio que no puede dejar de cumplir

las leyes del mercado, tiene el peligro de desligar lo económico de lo social, y ambiental: *“no aceptamos la separación de la economía de lo humano... Lo que cuenta para nosotros es el hombre, cada hombre, cada agrupación de hombres, hasta la humanidad entera”* (Lebret, 1961).

Después de varios decenios de producir alimentos bajo esta óptica, diversos autores empezaron a denunciar los efectos negativos del enfoque tan poco equilibrado de la Revolución Verde. Es innecesario en el contexto de este Taller enumerar una vez más los impactos ecológicos, económicos y sociales de la Revolución Verde (Cfr. Pimentel, 1998; Comstock, 1994 y Blatz, 1994) Es así como surgieron algunas de las corrientes de agricultura alternativa: Agricultura Orgánica bajo Howard y luego la familia Rodale; Agricultura Biodinámica bajo Steiner, la Permacultura bajo Fukoka, la Tecnología Apropiada bajo Schummacher, la Agricultura Ecológica bajo Aubert, la Agroecología bajo Conway y Altieri, entre otros. (Brenes, 1994)

¿Qué tuvo en común la mayoría de estos movimientos? Un enfoque principalmente dirigido a los problemas ocasionados por la Revolución Verde en la salud humana y el medio ambiente. Se inician los estudios del impacto de los plaguicidas en la salud de los aplicadores, los problemas de residuos de plaguicidas en alimentos y la contaminación de agua potable por los mismos productos, etc. También se emprende estudios acerca del impacto de plaguicidas y fertilizantes sobre los ecosistemas. Los movimientos de agricultura orgánica surgen a raíz de la conciencia que toman productores y consumidores de lo inestable y poco sostenible de las formas actuales de producción agrícola (Brenes, 1994).

El fracaso de los plaguicidas como estrategia única de control de plagas

Ahora bien, ¿cuál es la razón del fracaso de los plaguicidas?

La racionalidad que sustenta su modo de acción. Veamos...

El concepto de plaga es un concepto antropocéntrico. Lo define el hombre en la medida en que una especie ha alcanzado una población tal que causa un daño al humano. Por lo tanto, ninguna especie es una plaga en sí. Una población alta causando un daño al hombre sí. Pero en la naturaleza existe una gran capacidad de regulación de las poblaciones, mediante la cadena trófica y otros mecanismos de antagonismo, que aseguran que las poblaciones de distintas especies estarán en un equilibrio dinámico. Sin embargo, el hombre puede alterar este orden creando condiciones favorables para una especie en particular. Estas son básicamente cuatro: alimento, condiciones favorables para la reproducción, condiciones favorables para el crecimiento, y protección de enemigos naturales.

Los sistemas agrícolas actuales reproducen estas condiciones. El monocultivo,

la pérdida de diversidad en los agroecosistemas, el uso indiscriminado de sustancias biocidas, la selección de variedades de alto rendimiento que sacrifican su metabolismo secundario (responsable de gran parte de las defensas naturales de las plantas contra las plagas) a cambio de un mayor metabolismo primario (responsable del rendimiento de cosecha), entre otras, son condiciones que favorecen que una especie alcance dimensiones plaga. La población plaga no es el verdadero problema sino sólo un síntoma de un problema. La alternativa de control biocida utilizando un plaguicida no resuelve la causa del problema sino que atenúa sus efectos en forma temporal, disminuyendo la población a niveles que no son plaga por un período generalmente corto de tiempo. Es evidente que al no remover las causas de aparición de las plagas, las especies volverán a incrementar su población y será necesario el control biocida repetidamente.

Bajo el concepto de desarrollo sostenible, este modelo de agricultura basada en control biocida de las plagas utilizando pesticidas sintéticos no es sostenible, pues si bien es cierto que satisface algunas de las necesidades del ser humano en cuanto a alimento, lo hace a un alto costo en consumo y deterioro de recursos que son limitados. Al mismo tiempo, causa daños colaterales a la salud del hombre mismo y el medio ambiente, siendo necesario consumir aún más de los ya de por sí limitados recursos disponibles.

Alternativas a la Revolución Verde

La agricultura alternativa, buscando llegar al balance y equilibrio necesarios para un desarrollo sostenible, procura armonizar la necesidad de producir alimentos con los recursos limitados del ecosistema, dentro de una visión económica, social y ambiental. Si bien son diversos los movimientos y corrientes, y se debe reconocer que hay importantes diferencias de enfoque y énfasis en los mismos, es posible reconocer algunos criterios de éxito que, en términos generales estos comparten, entre ellos: buen rendimiento, estabilidad en la producción, sostenibilidad ecológica y económica, bienestar de las especies animales que se cría, bienestar del agricultor y del consumidor. (Brenes, 1994).

Otros elementos básicos que comparten: enfoque holístico de la producción; la unidad agrícola (finca o parcela) es un sistema cerrado y diversificado; uso de materias primas locales; el suelo como un sistema complejo y vivo más que como un simple sustrato para el anclaje y la nutrición; óptimo reciclaje de nutrientes y residuos; fertilización orgánica; diversidad estructural de procesos y condiciones; cultivares seleccionados con base en adaptabilidad y resistencia; organismos benéficos en la protección de los cultivos; protección preventiva y profiláctica con productos naturales; conservación del suelo y mínimo laboreo al menor costo energético; condiciones naturales para la cría de animales que aseguren vitalidad, rendimiento y longevidad; carga animal que no sobrepase la

capacidad de producción de la unidad agrícola; paisaje diversificado que fomente la recreación; reducción del impacto ambiental; empleos dignos y bien remunerados; bajo riesgo empresarial, reducción de costos y alta rentabilidad local, además de que no utiliza productos sintéticos (Brenes, 1994).

Es claro que la agricultura alternativa no se reduce a la sustitución de plaguicidas sintéticos por plaguicidas naturales. Esto sería continuar con la racionalidad del control químico que utiliza una estrategia biocida para regular temporalmente a la población plaga. La agricultura alternativa (y aquí utilizo la palabra alternativa para abarcar los distintos movimientos ya mencionados) propone un cambio de enfoque en diversos niveles. El Cuadro N°. 1 resume los distintos enfoques hacia el control de plagas en la agricultura industrial, el manejo integrado de plagas, y la agricultura ecológica:

Cuadro N°. 1. Diferentes enfoques al manejo de plagas

	Industrial	MIP	Ecológica
Meta	Eliminar o reducir las plagas	Incrementar utilidades	Múltiples metas económicas, sociales y ambientales
Blanco	Una plaga	Varias plagas y depredadores	El agroecosistema
Criterio para intervenir	Calendario o plaga presente	Umbral económico	Múltiples
Método	Plaguicida	Integración de técnicas	Diseño de sistema estable
Diversidad	Baja	Media	Alta
Escala	Finca	Varias fincas	Región
Investigación	Mejorar plaguicidas	Mas variedad de intervenciones	Reducir las intervenciones

Adaptado de: Levins, R. 1986

La responsabilidad personal

Mucho se ha discutido sobre desarrollo sostenible en foros políticos y científicos. Sin embargo, es necesario comprender que el desarrollo sostenible es un modelo con el que se debe comprometer todo hombre, dado que tiene su más honda raíz en los derechos fundamentales del ser humano. Es por ello que esta presentación se ha iniciado con una reflexión sobre nuestra responsabilidad y el impacto que tienen nuestros actos. No importa el nivel en el que cada uno se encuentra, si de toma de decisiones, o de investigación, si de formulación de políticas o de ejecución de programas. Todos estamos comprometidos con el desarrollo de la gran familia humana. Un desarrollo equilibrado y justo que incluya

a todos sin ningún distingo. El desarrollo sostenible no puede reducirse a una política gubernamental o a una estrategia de mercadeo.

El hombre, como ser racional, tiene la capacidad de analizar las circunstancias que lo rodean en forma objetiva. Como ser moral es capaz de hacer juicios de valor que le permitan enfrentar diversas opciones y entender cuál le favorece su desarrollo como ser perfectible y cuál se lo dificulta. Sin embargo, también, como ser volitivo, es capaz de escoger libremente. Y esta libertad le permite seleccionar su propio beneficio en perjuicio del bien común. De nada sirve hablar de sostenibilidad y discutir los cambios tecnológicos necesarios para alcanzarla, si no hay una voluntad real de hacer estos cambios, si se desea mantener el *status quo*.

Concluyo con una cita más de la Comisión Brundtland: *“nuestra incapacidad por promover nuestro común interés por el desarrollo sostenible es con frecuencia producto de la relativa ausencia de justicia económica y social dentro de y entre las naciones”* (citado por Hogstedt, 1998).

Referencias

- BLATZ, C. 1994. Coming full circle: ethical issues in traditional and industrialized agriculture. In Agricultural Ethics: issues for the 21st century: proceedings of a symposium sponsored by the Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, and the Crop Science Society of America. Minneapolis, Oct 31 - Nov 5, 1992 ASA Special Publication N°. 57 pp. 33-42
- BRENES, L. 1994. Elementos básicos y comunes de los distintos movimientos de agricultura alternativa. Conferencia inaugural de la Sección de Agricultura Orgánica en el V Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. San José, Costa Rica, 18 al 22 de Julio de 1994
- COMSTOCK, G. 1994. Some virtues and vices of agricultural technology. In Agricultural Ethics: issues for the 21st century: proceedings of a symposium sponsored by the Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, and the Crop Science Society of America. Minneapolis, Oct 31 - Nov 5, 1992 ASA Special Publication N°. 57. pp. 25-32
- FERRE, F. 1994. No hiding place: the inescapability of agricultural ethics. In Agricultural Ethics: issues for the 21st century: proceedings of a symposium sponsored by the Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, and the Crop Science Society of America. Minneapolis, Oct 31 - Nov 5, 1992 ASA Special Publication N°. 57. pp. 11-18
- FREUDENBERGER, C. D. 1994. What is good agriculture? In Agricultural Ethics: issues for the 21st century: proceedings of a symposium sponsored by the Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, and the Crop Science Society of America. Minneapolis, Oct 31 - Nov 5, 1992 ASA Special Publication N°. 57 pp. 43-52
- HOGSTEDT, C. 1998. Development, environment, health and pesticide research. In International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. San José, Costa Rica: Feb 23-28, 1998. Book of Abstracts, pp. 2-7
- LEBRET, J. L. 1961. Dynamique concrete du developpment. Paris: Economie et Humanisme. Les Editions Cuvrieres.
- LEVINS, R. 1986. Perspectives in integrated pest management: from an industrial to an ecological

- model of pest management. In: Kogan (ed.) Ecological theory and Integrated Pest Management. Wiley & Sons. New York, p 1-8
- NACIONES UNIDAS. 1948. Declaración Universal de los Derechos del Hombre. París, 10 de Diciembre de 1948.
- OIKOS *ET AL*, 1993. Food for The Future. Manifiesto. Netherlands: Food for the Future Campaign. 24 pp.
- PIMENTEL, D. 1998. Environmental and economic issues associated with pesticide use. In International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. San José, Costa Rica: Feb 23-28, 1998. Book of Abstracts, pp. 8-14.
- THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. 1987 Our Common Future. Oxford: University Press
- WORLD WILD LIFE FUND FOR NATURE. 1993. Sustainable Use of Natural Resources: Concepts, Issues and Criteria. Switzerland, Imprimerie Dupuis, Le Brassus. 32 pp.

Normativa nacional e internacional para la producción orgánica y, o ambientalmente amigable de banano

Gabriela Soto¹

Introducción

En la última década ha habido un incremento en la conciencia de la población mundial acerca del impacto que nuestros hábitos de vida tienen sobre los niveles de contaminación del planeta, así como sobre nuestra propia salud. Como consecuencia se ha dado un incremento en la participación de la sociedad civil en actividades que de una u otra forma permitan poner un alto al rápido deterioro del planeta.

Uno de estos cambios ha sido el desarrollo de un mercado preferencial para productos y servicios que garanticen al consumidor que en su producción se protegió el ambiente o que tienen niveles de contaminantes menores que los productos convencionales. Hoy en día se puede encontrar en el mercado productos con certificaciones como ISO-14001, Orgánico, Eco-OK, NutraClean Systems, otros, que garantizan al consumidor que el sistema de producción utilizado siguió las normas establecidas por cada una de esas agencias. La certificación tienen la ventaja de facilitar la comercialización de estos productos a través de un reconocimiento por los consumidores, ya sea a través de la preferencia por el producto en el mercado o por la disposición de pagar un sobreprecio por los mismos.

El sobreprecio que obtengan los productos al utilizar uno u otro sello va a depender en gran medida de la promoción y la confianza que se logre de los sellos a nivel internacional y específicamente en los sitios de venta. En este momento, con la mayoría de los productos, el sello que presenta el sobreprecio más alto son los productos orgánicos.

En el presente documento se discute acerca de los diferentes sellos en el mercado para la producción y comercialización de banano amigable con el ambiente.

¹ UCR-CIA, San José, Costa Rica

Eco-OK o Better Bananas

El sello Eco-OK, desarrollado por Rainforest Alliance, nace con el objetivo de modificar las prácticas agrícolas tradicionales en búsqueda de una disminución del impacto ambiental negativo generado por la actividad agrícola. Las normas para certificación fueron desarrolladas en trabajo conjunto por productores, grupos conservacionistas, científicos y representantes legales. Las normas deben ser consideradas como parámetros generales en torno de los cuales los grupos regionales deben desarrollar sus propias normas adaptadas a las condiciones locales y específicas de cada cultivo (Rainforest Alliance, 1998). En Costa Rica, el sello Eco-OK es manejado por Fundación Ambio.

En fechas recientes se dio lo que era de esperar: con la salida de tantos sellos ecológicos al mercado hubo confusión y se comercializó producto sellado por Eco-OK como orgánico. Para evitar posibles confusiones en el futuro Rainforest Alliance ha dado un nuevo nombre a su sello para banano: “Better Bananas”. Para los demás cultivos todavía prevalece el nombre Eco-OK (Alvarez y Solano, 1998).

A continuación se describe en forma general las normas de certificación utilizadas, con base en las Normas Generales de Producción de la Rain Forest Alliance (1998), así como del Manual de Operación para Plantaciones de Banano (Alvarez y Solano, 1998). Este último documento se encuentra aún en revisión. Para información más detallada contactar a la Fundación Ambio en Costa Rica, o a Rainforest Alliance directamente en Nueva York, Estados Unidos.

Normas generales de producción (Febrero de 1998)

(Alvarez y Solano, 1998).

Conservación de ecosistemas naturales

La actividad agrícola y la expansión de las plantaciones debe promover la conservación y recuperación de los ecosistemas naturales; algunas de estas formas son:

- * los ecosistemas existentes deben ser protegidos y recuperados, plantación de especies nativas,
- * la apertura de nuevas áreas para la agricultura no debe causar daños a los ecosistemas naturales,
- * está prohibida la deforestación,
- * los márgenes de los caminos públicos y áreas donde exista actividad humana deben ser arborizadas,
- * se debe establecer corredores biológicos que permitan unir fragmentos de bosque con áreas arboladas, parques y reservas,

- * en aquellas regiones donde los cultivos tradicionalmente hayan sido producidos bajo sombra.

Protección de vida silvestre

Se debe tomar medidas especiales para la protección y recuperación de la biodiversidad, principalmente para aquellas especies de vida silvestre en peligro de extinción.

Conservación de recursos hídricos

La actividad agroindustrial debe promover la conservación de los recursos hídricos existentes a corto plazo y la recuperación de los mismos a mediano plazo.

- * las áreas de amortiguamiento en los ríos, lagos, quebradas o nacientes de agua, deben tener una distancia no menor a los 10 metros entre el borde de la plantación y el borde del recurso hídrico,
- * racionalización del agua,
- * destinar una zona para el lavado de equipo contaminado con agroquímicos,
- * tratamiento de aguas residuales,
- * monitoreo de aguas.

Conservación de suelos

La actividad agrícola debe promover la conservación y recuperación de los suelos, de manera que se asegure sus funciones de soporte y nutrición para los cultivos a corto, mediano y largo plazo.

- * control de erosión,
- * implementar el uso de *compost*,
- * productos desinfectantes de alto poder residual deben ser eliminados (Bromuro de metilo para el control del moko),
- * monitoreo.

Reducir y mantener un estricto control en el uso de agroquímicos

La actividad agrícola debe planificar y controlar el uso de agroquímicos, considerando la salud de los trabajadores y las comunidades locales, la calidad de los suelos, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales. Se debe elaborar un plan tendiente a la reducción progresiva de agroquímicos.

- * promover el manejo integrado de plagas,
- * se da una lista de agroquímicos prohibidos y permitidos: todos los productos incluidos en la docena sucia están prohibidos,
- * manejo de agroquímicos: restricciones en transporte, almacenamiento y aplicación,

- * establecimiento de zonas de duchas para los empleados y zonas de lavado de uniformes,
- * equipo de protección personal para manipulación de agroquímicos, con especificaciones por tipo de agroquímico (herbicida, fertilizante, otros)

Manejo integrado de desechos

- * reciclaje de materiales plásticos,
- * plan integrado de manejo y separación de desechos,
- * recoger todo el hilo plástico de las plantaciones,
- * normas para el manejo y ubicación del relleno sanitario,
- * determinación del impacto socio-ambiental del relleno sanitario.

Tratamiento justo y correcto de trabajadores

- * contratación: deben estar dentro del sistema de seguridad social, no se debe contratar menores de edad para ciertas actividades, etc.,
- * libre organización y oportunidad de opinión,
- * salud ocupacional,
- * programa de capacitación y entrenamiento,
- * vivienda y servicios básicos.

Relaciones comunitarias

Intereses comunales: crear canales de comunicación entre la comunidad y la empresa para resolver problemas comunes (Alvarez y Solano, 1998).

Planificación y monitoreo

Planificación: la empresa debe contar con un plan de política ambiental.

Monitoreo: dar un seguimiento a los diferentes impactos ocasionados por la empresa (Alvarez y Solano).

El sistema “Better Bananas” funciona a través de puntajes. Esto, aunque puede facilitar el proceso de obtención del sello, puede ser limitante ya que un productor puede obtener todos los puntos modificando algún proceso en su sistema pero todavía tener sus empleados en alto riesgo de contaminación por desperfectos en el equipo de aplicación, por ejemplo. La visión que presenta la normativa Eco-OK se limita por este sistema de certificación, aunque facilita el proceso para los productores y además elimina la credibilidad de los consumidores al ver entes contaminantes certificadas.

ISO 14000

Las normas ISO/TC 207 Gestión Ambiental fueron creadas en Junio de 1993 como respuesta a las diversas gestiones internacionales en pro de una legislación internacional que normalice los procesos de protección ambiental en forma homogénea (Lawrence y Knight, 1994).

El objetivo de las normas ISO fue ayudar a la ejecución de la legislación local en protección ambiental. El impacto ambiental de las empresas era obvio, las legislaciones estatales establecieron niveles mínimos de contaminación que las empresas debían cumplir, sin embargo se dificultaba mucho el cumplimiento de la ley ya que los empresarios no sabían ni por dónde empezar para reducir sus niveles de contaminación. La norma ISO 14000 nace como una herramienta para ayudar a cumplir la ley ambiental de cada país (Urquiaga, 1998).

Por lo tanto, la norma ISO 14000 en sí misma no tiene niveles mínimos de contaminación o impacto ambiental; estos son establecidos por las legislaciones locales. Lo que requiere la norma ISO 14000 es que la empresa tenga un plan para llegar a cumplir estos niveles o más, una política definida de protección ambiental y lo que se ha denominado un “Sistema de Gestión Ambiental” (SGA) claramente definido e implementado (Urquiaga, 1998). El trabajo de los auditores para la certificación ISO no es directamente revisar el nivel de contaminación del río sino ver que la empresa lo esté monitoreando y esté cumpliendo a cabalidad el plan por ella misma establecido para disminuir la contaminación, por ejemplo.

La serie de normas ISO 14000 incluyen la 14001 para el SGA, las 14010 a la 1415 que regulan el proceso de auditoraje para la certificación. Las normas 14020 a las 25 regulan el etiquetado de los productos certificados (ISO 14000, 1997). Algunas de estas normas no están aún terminadas y su creación está en proceso (Urquiaga, 1998).

Nutra Clean Systems

Las motivaciones para preferir un producto que presente un sello ecológico en el mercado son diversas; algunos lo prefieren por su salud, por su sabor, y otros por que saben que apoyan el sistema de producción no contaminante.

Existe un sello en el mercado que garantiza que el producto no tiene agroquímicos contaminantes. Este es el Nutra Clean Systems, con sede en Estados Unidos. Productos costarricenses son exportados utilizando este sello. El proceso consiste en enviar una muestra por avión de la fruta a exportar, muy cerca al punto de cosecha. La muestra es analizada en Estados Unidos (incluyendo cáscara y pulpa) y si los residuos están por debajo de los límites de EPA, se le otorga el sello de Nutra Clean.

Desde el punto de vista ambientalista este sello presenta el inconveniente de que no asegura una disminución en los niveles de agroquímicos utilizados en la plantación, sólo una reducción en los estadios cercanos a la cosecha. Muchos de los agroquímicos utilizados en la finca no pueden ser detectados con los equipos actuales, por lo que aunque se garantiza que va libre de químicos, en realidad es libre de aquellos químicos que el equipo es capaz de detectar.

Certificación orgánica

El proceso de certificación orgánica no garantiza únicamente que el producto vaya libre de contaminantes sino que en su proceso productivo no se contaminó el ambiente (Coody, 1994).

Todo producto orgánico que se comercialice hoy en el mercado internacional debe ser certificado para poder llevar la palabra «orgánico» o «biológico» en su etiqueta (Riddle y Ford, 1995).

La comercialización de productos orgánicos en sus etapas iniciales se realizaba en forma local, donde el consumidor podía constatar en forma directa, a nivel de finca, el sistema de manejo del cultivo. Conforme la demanda del producto aumentó, la relación directa se fue eliminando y el vínculo de confianza sobre la integridad orgánica empezó a ser cuestionada (Riddle y Ford, 1995).

Al incrementarse la demanda del producto aumentó su precio en el mercado, por lo que además de la ventaja comparativa por su calidad orgánica el productor orgánico tenía la ventaja del sobreprecio, lo que elevaba el interés por manejo fraudulento y hacer pasar por orgánicos productos convencionales. Es por esto que tanto productor como consumidor ven la necesidad de establecer un sistema que les garantice la integridad orgánica en el producto final. Es así como a mediados de 1960 y a principios de 1970 nace en Alemania y en Estados Unidos la certificación de productos orgánicos.

En un inicio las agencias de certificación fueron en su mayoría creadas por las mismas Asociaciones de Productores y Consumidores Orgánicos. Hoy en día muchas de estas agencias son compañías privadas con fines de lucro, o entidades gubernamentales o estatales, como el caso de Texas y Washington en Estados Unidos (Riddle y Ford, 1995)

A continuación se explicará los aspectos más importantes de la certificación de productos orgánicos, tales como componentes del sistema de certificación, etapas necesarias para poder ser certificada y legislación mundial.

Es importante mencionar, que el sistema de certificación orgánica es relativamente joven y que, como tal, es un proceso que día a día se modifica según las necesidades locales y mundiales.

Componentes del proceso de certificación

Existen muchas variaciones entre los sistemas de certificación en los diversos países, pero en general todos cuentan con los mismos componentes, a saber:

Productor

El productor que ha producido en forma orgánica por al menos dos o tres años a cosecha y está interesado en comercializar sus productos orgánicos con el sello de certificación orgánica.

Agencia de Certificación

La Agencia de Certificación, que puede ser estatal, privada o sin fines de lucro como Asociaciones de Productores o Consumidores Orgánicos.

La decisión final de certificación de los productores solicitantes será tomada, dentro de la Agencia, por el Comité de Certificación o una entidad homóloga. La composición de dicho comité variará según agencias. En casos como OCIA y Oregon Tilth este comité debe estar conformado por representantes de las diferentes áreas de interés tales como consumidores, productores, comercializadores, etc. (Coody, 1994, OCIA, 1996).

La Agencia debe dar al productor toda la información operacional de la institución así como establecer con claridad las Normas de Producción Orgánica, por las que debe regirse el productor que se certifique con su sello.

La Agencia puede contar con otros comités tales como: Comité de Normas, Comité de Capacitación, etc.. La Agencia deberá ser acreditada ante un ente superior de acreditación de Agencias.

Inspector

El inspector es la persona que se encarga de visitar la finca o la planta de proceso, verificar la información presentada en la solicitud de certificación, establecer el contacto directo entre la Agencia y el productor, y presentar un informe a la Agencia. La información recopilada por el inspector se utilizará como criterio básico para la toma de decisiones a nivel del Comité de Certificación. El inspector en sí mismo no toma ninguna decisión de certificación (ECOCERT, 1997a., OCIA, 1996, FVO, 1997).

El inspector puede ser personal fijo de la Agencia de Certificación o puede ser independiente bajo contrato (ECOCERT, 1997a).

A los inspectores de campo por lo general se les exige conocimientos en agricultura o áreas afines, pero sobre todo en agricultura orgánica. Hasta este momento, en la mayoría de las Agencias de Certificación no ha sido requisito que los inspectores tengan un título universitario en estas áreas, sino un conocimiento práctico en las mismas.

Existe en Estados Unidos una Asociación de Inspectores Orgánicos Independientes (IOIA), que empezó a trabajar en 1989 agrupando inspectores de Estados Unidos y Canadá especialmente, pero que ya en este momento cuenta con inspectores de países tales como Japón, Chile, Australia, India, Taiwán, Costa Rica, etc. (Riddle y Ford, 1995).

Uno de los mayores objetivos de la IOIA es buscar uniformidad en el proceso de inspección, sin importar la Agencia para la que se trabaje. Es por esto que ellos se han convertido en uno de los entes capacitadores de inspectores más reconocidos a nivel mundial y su Manual de Inspectores se encuentra disponible en inglés y español (Riddle y Ford, 1995).

La IOIA también publica anualmente un directorio de inspectores registrados que es utilizado por las Agencias de Certificación para contratar su personal. Asimismo ha creado un sistema de acreditación de inspectores que es utilizado actualmente por varias agencias de certificación (IOIA, 1998).

Etapas en el proceso de certificación

El comprador de un producto certificado orgánico, al observar el sello de la agencia al dorso de la etiqueta tiene la garantía de que cada paso recorrido por el producto desde la finca hasta la mesa fue revisado y que cumplió con las normas de certificación de dicha Agencia (Dupont, 1995).

Por esta razón se hace necesario inspeccionar y certificar cada paso del producto, desde la semilla, la siembra, el manejo en campo, la cosecha, el lavado, almacenamiento, transporte, procesado si existe, y empaque final. En el caso de materias primas que se importan o exportan a terceros países, la documentación fluye de un país a otro, a veces entre la misma agencia, o a veces entre agencias, para garantizar la revisión durante todo el proceso.

Este proceso de revisión se inicia con la gestión del productor interesado en la certificación, cuando cree haber cumplido a cabalidad con las normas de la agencia que ha decidido certificarlo.

A continuación se describirá brevemente las etapas necesarias para lograr la certificación de un producto orgánico, a nivel de finca y de planta de proceso.

Etapas 1. Contacto con la agencia de certificación

El productor debe contactar la Agencia de Certificación con la que desee trabajar. Los criterios para selección de la Agencia en muchos casos son determinados por el comprador del producto, y los requerimientos de su mercado (Soto, 1997).

La Agencia le enviará un cuestionario que recopila la información acerca del manejo actual de la finca y el historial de la misma. Este cuestionario es devuelto

a la Agencia completo y con base en esta información la Agencia decide si el productor ha cumplido con los pasos básicos para certificación orgánica, y si corresponde en tal caso enviar al inspector para la revisión de finca (Coody, 1994, OCIA, 1996, FVO, 1996, ECOCERT, 1997b).

Etapas 2. Inspección de finca

El inspector asignado contacta al productor y realiza la inspección de instalaciones físicas y áreas de siembra. Inspecciona, verifica y reporta sus observaciones a nivel de campo (Riddle y Ford, 1995).

El inspector debe conocer muy bien las normas de certificación de la Agencia para la que trabaja y reportar en forma concisa el cumplimiento de estas normas por parte del productor. Esta información debe ser enviada a la Agencia de Certificación (Riddle y Ford, 1995).

Etapas 3. Toma de decisiones

El Comité de Certificación recopila la información que se tiene disponible acerca del productor: cuestionario inicial, reporte del inspector, fotografías, etc., y con base en esta información toma la decisión acerca del estado de la finca. Las opciones son certificación denegada, aceptada o aceptada con condiciones (Coody, 1994, OCIA, 1996, FVO, 1996).

Etapas 4. Uso del sello orgánico

El productor es informado de la decisión final. Si su solicitud es aceptada el productor podrá empezar a comercializar su producto con el sello de la Agencia (Coody, 1994, OCIA, 1996, FVO, 1996).

Importancia de la documentación en la certificación

Esta garantía que se le da al consumidor de que su producto fue revisado desde la preparación del suelo hasta su empaque, debe estar respaldado por documentación durante todo el proceso, ya que en cualquier momento, sea por demandas o dudas legales o por que el consumidor simplemente desee saber la procedencia del producto, debe haber documentación que respalde cada paso (Dupont, 1995).

Este ha sido tal vez uno de los requisitos más difíciles de cumplir por el pequeño productor latinoamericano, no acostumbrado a llevar una contabilidad precisa a nivel de campo. Pero es una área en la que se ha venido trabajando duramente, por parte de los inspectores latinoamericanos y por parte de las Agencias de Certificación, para capacitar a los productores y la Asociaciones de Productores en estos requerimientos. Este proceso ha logrado resultados de

tal forma que, en este momento, asociaciones de 1200 productores en Costa Rica y 2500 productores en Panamá, por ejemplo, tienen un registro preciso acerca de sus socios, áreas de siembra, ubicación, etc., así como los productores mismos han aprendido a llevar listas de actividades en la finca, número de horas-hombre para cada actividad, etc.

Los documentos necesarios para el proceso de certificación son aquellos que permitan ayudar al inspector a tener una idea del manejo global de la finca y aquellos que permitan dar seguimiento al producto desde el estante en el almacén hasta la parcela donde fue cosechado (Dupont, 1995). En algunos casos no es posible tener una documentación precisa que llegue hasta la parcela exacta donde el producto fue cosechado, por diversas formas de manejo de los cultivos y las cosechas. Ejemplo de esto es el café de Costa Rica, donde la cosecha diaria se beneficia en forma conjunta y sería imposible separar al final del proceso cuál café venía de tal o cual finca. En otros países latinoamericanos como México y Perú, donde cada caficultor procesa su café en finca y entrega ya su café seco para ser exportado, sí es más fácil a través de etiquetado de saco y un número de lote adecuado, rastrear el producto desde el barco hasta la finca exacta.

Documentos necesarios para la certificación

No existe una lista exacta de qué documentos es indispensable tener en cada paso del proceso, ya que cada situación es única, y para cada situación es común que el productor o el procesador de productos orgánicos haya desarrollado un sistema, por demás ingenioso para manejar su contabilidad. Sin embargo, a continuación se presenta una lista escueta de actividades importantes a ser documentadas:

Finca

1. Mano de obra: número de personas que trabajan en la finca, salarios,
2. Actividades realizadas en la finca: libro o cuaderno de actividades, tales como siembra, aporca, podas, deshierbas, etc.
3. Insumos: lista de insumos utilizados, etiquetas de estos insumos, facturas de compra de insumos (Riddle y Ford, 1995, ECOCERT 1997b.).

Cosecha

1. Cantidades cosechadas: algún tipo de información a nivel de finca de las cantidades cosechadas, ya sea por un número de cajas, o por peso, etc. Tiquetes de pesado, etc. (Riddle y Ford, 1995., ECOCERT, 1997b.).

Transporte

1. Guías de transporte,
2. Contratos con transportista. Registros internos de limpieza del transporte (Riddle y Ford, 1995).

Almacenamiento

1. Inventario o documentación que respalde la entrada o salida del producto del almacenamiento (ECOCERT, 1997b).

Plantas de proceso

En general, a nivel de plantas de proceso el manejo no ha sido tan problemático a nivel latinoamericano dado que la mayoría de estas plantas deben llevar una documentación más exacta de su proceso, por legislaciones internas locales.

La documentación requerida es aquella que respalda la entrada y salida del producto, limpieza de equipo, recetas, personal, programas de control de plagas, etc. (Riddle y Ford, 1995).

Acreditación de las agencias de certificación

Después del nacimiento de las primeras Agencias de Certificación, y con el auge que ha tomado la comercialización de productos orgánicos, el número de Agencias en el mundo se ha incrementado. En 1993 sólo Alemania contaba con más de 60 agencias de certificación y en Estados Unidos se daban unas veinte. Para 1996 la mayoría de países latinoamericanos tenía por lo menos una agencia a nivel nacional. Ejemplos de esto son Bolicert de Bolivia, Argencert de Argentina, Eco-LOGICA de Costa Rica, etc. (Soto, 1997).

Este incremento en el número de agencias ha hecho imprescindible buscar uniformidad en las normas de producción orgánica y nació la necesidad de crear un organismo de control operacional para las agencias de certificación, un ente acreditador de Agencias de Certificación.

Existen muchos esfuerzos gubernamentales en esta dirección. En 1991 Estados Unidos (USA) aprueba la de Producción de Alimentos Orgánicos, que regula todo aspecto referente a producción y certificación de productos orgánicos. Toda Agencia de certificación debe ser registrada ante el gobierno y su manual de procedimientos evaluado. Se establece igualmente las normas básicas de producción orgánica certificada. Sin embargo, la publicación del reglamento para esta ley ha sido pospuesto sinnúmero de veces, por lo que a la fecha no existe en Estados Unidos un sistema de acreditación interna vigente. (Fig. 1).

La Unión Europea (UE), deseosa de controlar la importación de productos

orgánicos a sus países miembros creó en 1991 la Ley 281 que establece la regulación para la comercialización de productos orgánicos. Para poder exportar a la UE con reconocimiento de sellos de certificación nacionales es necesario pertenecer a la lista de «Países Terceros», que son aquellos con un sistema de acreditación estatal, avalado y aceptado por USA. La lista de países terceros para 1992 incluía a Austria, Australia, Argentina, Israel y Suecia. Este sistema llevó a muchos países latinoamericanos a esforzarse en la creación de una legislación a nivel nacional, inclusive a veces antes de crear la Agencias de Certificación que este ente debía acreditar, sólo con el fin de presentar la documentación a la UE, para poder entrar en la lista de Países Terceros. Sin

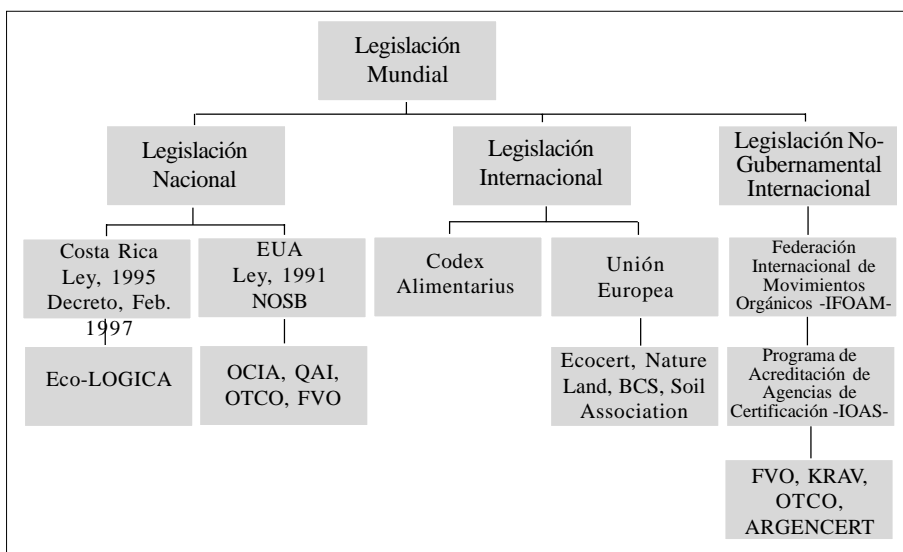


Fig. 1. Normativa y legislaciones internacionales en Certificación Orgánica

embargo el proceso es ahora un poco lento y la lista de espera un poco larga.

Se ha creado otros medios para que sellos externos a la UE sean reconocidos en Europa y es a través de la mediación de una agencia europea. Esto se ha llamado «la entrada de trasera» a la UE o el sistema de Supervisión. Las Agencias Nacionales de países fuera de la UE solicitan a Agencias locales la reciprocidad, lo que les permite ingreso de su sello a Europa. También el ser acreditado por IFOAM ha permitido la entrada de Agencias externas a la UE (Soto, 1997). Sin embargo esta situación ha estado cambiando y existe una nueva propuesta de legislación a ser aprobada en Setiembre de 1998, en la que sólo agencias acreditadas en la regulación europea EN-45011 ó la ISO-65 serán permitidas en la EU.

La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica

(IFOAM) agrupa a un gran número de movimientos orgánicos de todo el mundo, en su mayoría organizaciones no gubernamentales, tales como asociaciones de productores, fundaciones y agencias de certificación.

Una de las mayores áreas de acción de IFOAM ha sido la creación de un programa de acreditación de agencias de certificación que ha alcanzado renombre internacional y que ha facilitado el proceso de reciprocidad entre las agencias (IFOAM, sin fecha). Agencias tales como FVO y OCIA de Estados Unidos, ambas acreditadas ante IFOAM, reconocen en forma recíproca el certificado emitido por la otra agencia. Este proceso de reciprocidad, aunque lento, ha ido alcanzando más y más credibilidad en el medio, por lo que ahora son muchas las agencias que quieren ser acreditadas ante IFOAM. Un factor limitante para pequeñas agencias de certificación es el alto costo que tiene dicho proceso, pero el financiamiento a través de entes donantes ha facilitado el proceso.

Normas de producción orgánica

Uno de los objetivos a la hora de crear entes que acrediten a las agencias de certificación era no sólo legislar sobre los sistemas operativos de las agencias sino además homogenizar las normas de producción orgánica. La Ley de Producción Orgánica de los Estados Unidos, la legislación de la Unión Europea, IFOAM y el Codex Alimentarius, han creado o tienen en trámite regulaciones para normas básicas de certificación para la producción de productos orgánicos (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1997, IFOAM, 1996, NOSB, 1998).

Estas legislaciones son en su mayoría básicas. Las Agencias pueden sin embargo escoger si trabajan con esas normas generales, como en el caso de ECOCERT en Europa, que se rige por las normas de la UE únicamente (ECOCERT, 1997b) o el caso de KRAV, la agencia de certificación sueca, que tiene normas propias, bajo el marco general de la UE (KRAV, 1996).

En el caso de asociaciones de productores como OCIA, o federaciones como IFOAM, las normas son presentadas a la Asamblea y votadas por la membresía. En el caso de IFOAM, algunas de las normas pueden quedar como recomendaciones sin ser un requisito indispensable. Tal fue el caso de las normas que cubren aspectos sociales a nivel de finca, que en Copenhague fueron votadas como recomendaciones, con el compromiso de revisarlas de nuevo en la próxima reunión anual de IFOAM, en Argentina, 1998 (IFOAM, 1996).

Las normas son establecidas como un punto intermedio entre lo ideal y lo práctico, buscando responder a los requisitos establecidos por el consumidor y que no sea tan exigente que se vuelva casi imposible por los agricultores el cumplirlas. Además, algunas de las normas deben ser flexibles a las condiciones del productor. A continuación se enlista algunos ejemplos de las recomendaciones de IFOAM y el requisito mínimo establecido por diferentes agencias:

Cuadro N°. 1. Algunas de las recomendaciones de IFOAM y el requisito mínimo establecido por diferentes agencias

Objetivo y Recomendaciones	Requisito mínimo										
Todas las semilla y material vegetal debe provenir de finca orgánica certificada	<p>Cuando sea posible, las semillas deben ser de producción orgánica certificable (IFOAM,1996).</p> <p>De no estar disponibles, se permitirá el uso de semilla no orgánica si se demuestra el esfuerzo realizado para conseguir la semilla orgánica. (OCIA, 1996, Oregon Tilth ,1994, etc.)</p>										
El programa de abonado debe tener como objetivo mantener e incrementar la fertilidad del suelo y su actividad biológica.	<p>Las aplicaciones de N deben ser en forma orgánica. No se permite el nitrato de Chile ni ningún fertilizante de síntesis, incluida la urea (IFOAM,1996)</p> <p>No se permite el uso de excretas humanas (OCIA, OTCO, etc.)</p>										
<p>Diferencias entre agencias</p> <p>El suelo debe de estar libre de residuos de plaguicidas.</p>	<p>Un producto puede certificarse como orgánico tras haber cumplido los requisitos de las normas durante 1 año, antes del comienzo del ciclo de producción(IFOAM).</p> <p>Para poder ser etiquetado como «orgánico» un producto debe ser sembrado en un suelo en el que no se haya utilizado productos prohibidos en los 3 años anteriores a la cosecha (OFPA, OCIA, OTCO, FOG, etc.)</p> <p>Unión Europea: 2 años.</p>										
<p>Generales</p> <p>Evitar la erosión de suelos</p>	<p>Restringir el control de malezas por quemas. (IFOAM, EU, etc.)</p>										
<p>Específicos</p> <p>Se debe evitar la contaminación de metales pesados en la finca</p>	<p>La cantidad más alta aceptada de metales pesados por fertilización o plaguicidas que tarde o temprano llegan al suelo son las siguientes:</p> <table data-bbox="747 1219 901 1383"> <tr> <td colspan="2">gr / ha / año</td></tr> <tr> <td>Plomo</td><td>50</td></tr> <tr> <td>Cadmio</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Cobre</td><td>500</td></tr> <tr> <td>Mercurio</td><td>1</td></tr> </table> <p>(KRAV)</p> <p>La finca o el lugar de almacenamiento de productos orgánicos no debe localizarse a una distancia de 25 m de una carretera por la que circulen 3000 vehículos / 24 horas.</p> <p>(KRAV)</p>	gr / ha / año		Plomo	50	Cadmio	1	Cobre	500	Mercurio	1
gr / ha / año											
Plomo	50										
Cadmio	1										
Cobre	500										
Mercurio	1										

Las agencias también han desarrollado la lista de sus productos permitidos y prohibidos con base en las normas gubernamentales internacionales y nacionales. En un capítulo posterior se desarrolla el tema de los insumos para producción orgánica con más detalle.

Conclusión

El proceso de certificación en Latinoamérica cumple en su gran mayoría con el proceso establecido por los países europeos y norteamericanos. Las Agencias de Certificación latinoamericanas a la hora de establecer sus normas de producción orgánica se ven en conflicto de hacer que estén en acuerdo con las normas internacionales para poder asegurar la internacionalización de sus sellos. Sin embargo, existen algunos esfuerzos para fijarlas a nivel nacional considerando factores locales, tal es el caso de la Asociación de Agricultura Orgánica de Sao Paulo, Brasil y de Nicaragua con el CENIPAE.

Conclusiones

En el mercado internacional existe actualmente una serie de sellos que permiten dar un gradiente al esfuerzo del productor para la protección ambiental, que normalmente implica una reducción en la utilización de insumos de síntesis artificial. Un número muy alto de sellos puede conllevar a confusión del consumidor. Se requiere de una política clara en la descripción que se haga de las ventajas comparativas que presenta cada uno de los sellos.

Los diferentes sellos en la producción orgánica deben buscar una armonización que permita al productor acceder los diversos mercados sin que necesariamente esto implique un alto incremento en los costos. Quienes trabajamos en certificación orgánica debemos tener claro que este sistema debe ser un servicio a los productores y consumidores.

Referencias citadas y consultadas

- ALVAREZ, A. Y SOLANO, L. P. 1998. Manual de Operación para Plantaciones de Banano. Programa de Certificación Agrícola. Better Bananas. Rainforest Alliance y la Fundación Ambio. Febrero, 1998. 51 p.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. April, 1997. Report of the Twenty-Fifth Session on the Codex Committee on Food Labelling. Ottawa, Canada.
- COODY, L. S. 1994. Certification Standards and Procedures Manual for Oregon Tilth. First Edition, 1994. Published by Oregon Tilth Inc. Oregon.
- DUPONT, M. 1995. El proceso de certificación orgánica. Curso de Inspectores Orgánicos. ALTERTEC, Guatemala, 1995.
- ECOCERT. 1997a. Esquema de inspección y Certificación de ECOCERT Internacional. Breve Descripción. Material mimeografiado. Osterode, Alemania, 1997. 3p.
- ECOCERT. 1997b. La producción orgánica según el Reglamento 2092/91 de la Comunidad Económica Europea. Sinopsis. Osterode, Alemania, 1997. 7p.
- IFOAM. August, 1996. Basic Standards for Organic Agriculture and Processing and Guidelines for Coffee,

- Cocoa and Tea, Evaluation of Inputs. Decided by the IFOAM General Assembly at Copenhagen/Denmark.
- IFOAM. (no year) Accreditation Programme: Operating Manual. IFOAM, Alemania. 46 p.
- IOIA, 1998. Directory of Inspectors. Published by the Independent Organic Inspectors Association (IOIA). Minnesota, USA, January, 1998.
- ISO 14004. 1997. Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices Generales sobre Principios, Sistemas y Técnicas de Apoyo. 29 p.
- ISO 14000. 1997. Compendio de Normas de la Serie ISO-14000: ISO-14001, ISO-14010, ISO-14011, ISO-14012. Curso Auditoría Ambiental según ISO 14000. San José, Costa Rica.
- KRAV, 1997. Manual de Normas y procedimientos. Suecia. 1997.
- LAWRENCE, L. AND KNIGHT, A. Environmental Management Systems, the New ISO 14000 Standards. Seminario de la Canadian Standard Association. Octubre, 1994.
- NATIONAL ORGANIC STANDARD BOARD, 1998. Proposed Rules for the National Organic Program. USDA. 1998
- OCIA. 1996. Reglamento Internacional. Asociación para el Mejoramiento de los Cultivos (OCIA).
- OMRI. 1998. Generic and Brand Name Products Lists. OMRI.Organic Materials Review Institute.
- RAINFOREST ALLIANCE. 1998. Normas Generales de Producción. Programa de Certificación Agrícola. 15 p.
- RIDDLE, J. AND FORD, J. 1995. Organic Inspector Manual. Independent Organic Inspectors Association (IOIA). Minnesota, USA.
- RIDDLE, J. 1998. Movement at CODEX. The Inspectors' Report. Published by the Independent Organic Inspectors Association. Pg. 8-9.
- SOTO, G. 1997. La certificación orgánica en Latinoamérica. Congreso Internacional de Agricultura Orgánica. INIA-Quilamapú. Chillán, Chile, 1997.
- URQUIAGA, I. 1998. Curso Auditoría Ambiental según ISO 14000. Labcal, Setena y MINAE.

La agricultura de precisión en banano

Jetse J. Stoorvogel¹ y Ronald Vargas²

Introducción

Podemos ubicar a los principales problemas ambientales derivados de cualquier tipo de actividad humana, incluida la agricultura, por su efecto sobre la calidad del agua, del aire, de la biodiversidad y de los alimentos producidos. La producción comercial de bananos para la exportación no escapa a esta realidad al requerir de un alto consumo de agroquímicos para garantizar cosechas rentables y de calidad.

Considerando que la protección y conservación ambiental juegan cada vez un papel más importante en las decisiones políticas en Costa Rica, que una gran cantidad de las explotaciones bananeras se encuentra a lo largo de los principales ríos que atraviesan los diversos parques nacionales y reservas forestales (Fig. 1), que las zonas productoras se hallan dentro del régimen climático del trópico

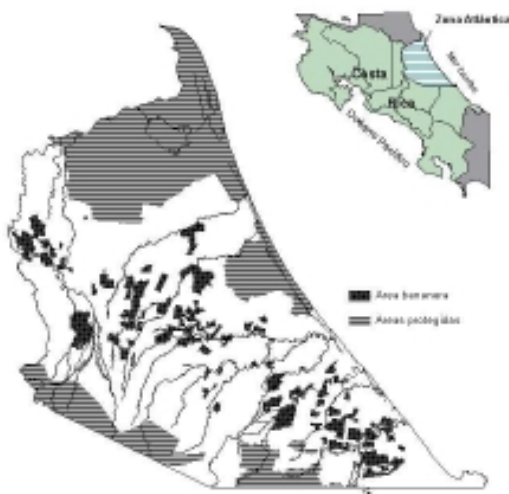


Fig. 1. Ubicación de plantaciones bananeras con relación a áreas protegidas

¹ Universidad Agrícola de Wageningen, Laboratorio de Suelos y Geología, Wageningen, Holanda

² CORBANA, Dirección de Investigaciones, Guápiles, Costa Rica

muy húmedo (con precipitaciones anuales promedio mayores a los 3000 mm año⁻¹) y que el cultivo requiere de la aplicación de agroquímicos para combatir las principales plagas que le atacan, es claro que la actividad agrícola bananera se ha convertido en el centro de atención de muchos ambientalistas.

Como alternativa a los posibles problemas inherentes al cultivo intensivo de esta fruta, con frecuencia se sugiere la producción de banano orgánico, i.e., un banano cultivado sin ningún tipo de agroquímico, lo que es un tema que requiere análisis profundo por su complejidad y por su trascendencia en la productividad, ingreso de divisas al país y la presión sobre los recursos naturales o zonas protegidas.

Dentro de los principales problemas enfrentados para desarrollar un sistema de cultivo orgánico se puede citar: a) disponibilidad en cantidad y calidad de abonos orgánicos a ser aplicados; b) ausencia de métodos alternativos al combate químico para controlar los problemas generados por nematodos (en especial *Radopholus similis*) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

Quizás en el largo plazo los esfuerzos científicos que se realizan actualmente brinden solución a los problemas mencionados, pero entre tanto es necesario buscar alternativas sostenibles mediante el fomento del uso racional (mínimo necesario) de los insumos agrícolas. Un ejemplo de ello lo constituye el Manejo Integrado de Plagas (MIP). Entonces, el tema central de redefinición de los sistemas convencionales de agricultura es, ¿cómo reducir el uso de agroquímicos sin afectar la productividad y sin abandonar su uso?

El abandono del uso de agroquímicos sería la alternativa ideal, aunque resta por resolver muchos aspectos técnicos, agronómicos y logísticos que aún no permiten esa gran transformación o revolución agrícola; especialmente si consideramos que es necesario suplir las demandas actuales y futuras de alimentos de la creciente población mundial. Gracias sólo al uso de los fertilizantes ha sido posible en India y China, sin necesidad de recurrir a más superficie de tierra cultivada, hacerle frente a las crecientes demandas por alimentación de sus pueblos (Borlaug y Dowsell, 1994) (Cuadro N°. 1, Figs. 2 y 3.).

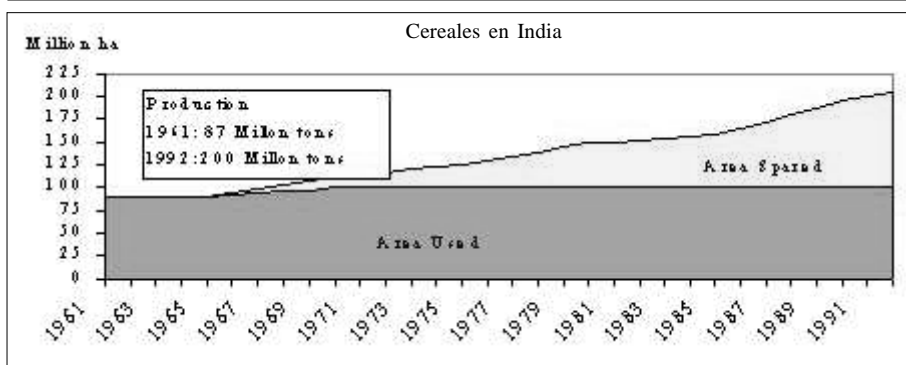
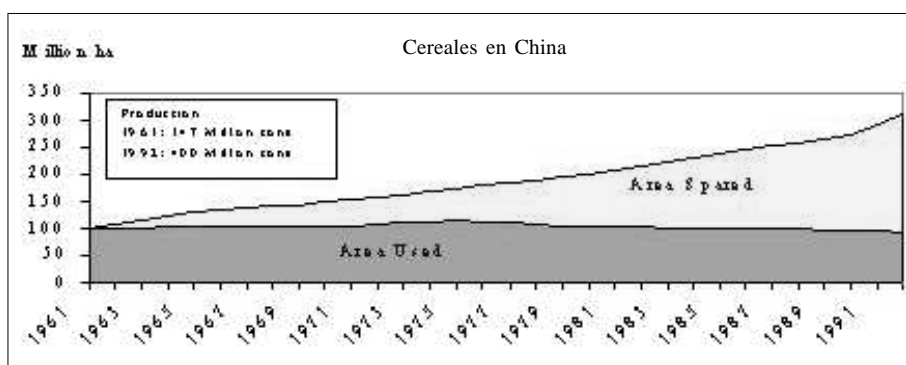
Sin embargo, aún perdura el concepto de aplicaciones generalizadas de fertilizantes o de cualquier otro tipo de agroquímico. Esta situación conlleva a extremos donde los insumos se aplican en exceso o falta según el tipo de suelo, planta, clima, etc. Los excesos pueden ser la principal causa de la contaminación de aguas subterráneas o superficiales, mientras que la carencia la causa de pobres cosechas y por tanto de la mala nutrición y presión para explotar áreas protegidas.

Entonces, si el cambio no es posible en el corto o mediano plazo, ¿qué alternativa existe? La respuesta a esta interrogante reside en el sistema de producción denominado “Agricultura de Precisión”, también conocido como “Soil Specific

Cuadro N°. 1. Área de cultivo potencial en países subdesarrollados (millones de ha).

	África	Suroeste Asiático	Sureste Asiático	Asia Central	América del Sur	Centroamérica	Total
Potencialmente Cultivable	789	48	297	127	819	75	2155
Actualmente Cultivada	168	69	274	113	124	36	784
Sin cultivar	621	0	23	14	695	39	1392
% de la región	79	0	8	11	85	52	-
% de todas las regiones	29	0	1	0.5	32	2	65

Fuente: Borlag y Dowswell (1994)



La curva superior muestra el área necesaria para la producción de cereal en 1992, si los cultivos como en 1961 se hubieran mantenido. La curva inferior muestra el área actualmente cosechada.

Figs. 2 y 3. Tierra dedicada por los agricultores chinos e indios a cultivo de cereales

Crop Mangement” (Robert, Rust y Larson, 1993), tipo de sistema de agricultura moderna que puede ser definido como aquel en que mediante el conocimiento preciso de las variables edáficas y de cultivo, en función del clima y entes biológicos que afectan a las plantas, es posible manejar racionalmente las necesidades de agroquímicos para garantizar los máximos rendimientos posibles sin afectar el ambiente, la salud de los trabajadores y la biodiversidad.

La Agricultura de Precisión, entonces, permite el aumento de la productividad disminuyendo los requerimientos de tierra para satisfacer las demandas de alimentos y fibra (Ludwick, 1997). En ella se toma en consideración la variación espacial y temporal en las necesidades de agroquímicos para brindar las mejores condiciones de crecimiento para los cultivos de interés comercial. La agricultura convencional se ha desarrollado históricamente partiendo de la finca o campo como el área de manejo; con el advenimiento de la conservación de suelos se inició el manejo puntual de estos basado en la topografía y características específicas de los mismos. A pesar de ello las prácticas agronómicas y recomendaciones se siguen realizando sobre la base de la finca como unidad de producción, más que considerando las propiedades específicas de los diferentes tipos de suelo que la conforman y que afectan prácticas agrícolas, como la preparación de la tierra, densidad de siembra, necesidades de fertilización y control de malezas entre otras. Gran mayoría de las áreas dedicadas al cultivo de banano son manejadas dentro de este concepto a pesar de poseer estudios de suelos detallados, los cuales son la base sobre la que puede establecerse el desarrollo del concepto de la aplicación racional de agroquímicos, el cual es también sinónimo de Agricultura de Precisión.

Un aspecto crucial en la Agricultura de Precisión es la traducción de las observaciones de variación espacial y temporal en recomendaciones de manejo detalladas. El desarrollo de sistemas de cómputo para el procesamiento de datos espaciales junto con el análisis estadístico de los mismos permite la combinación gráfica de las características de suelos, de hidrología, de productividad y de microclima, relevantes para el proceso de diagnóstico y de toma de decisiones agronómicas. Así, hoy día es posible, gracias al vertiginoso desarrollo de los sistemas de posicionamiento geográfico, conceptualizar la aplicación direccionada de agroquímicos, considerando las necesidades del cultivo según su estado de desarrollo y factores climáticos que lo puedan afectar.

La Fig. 4 presenta de manera esquemática el proceso de toma de decisiones en la agricultura de precisión.

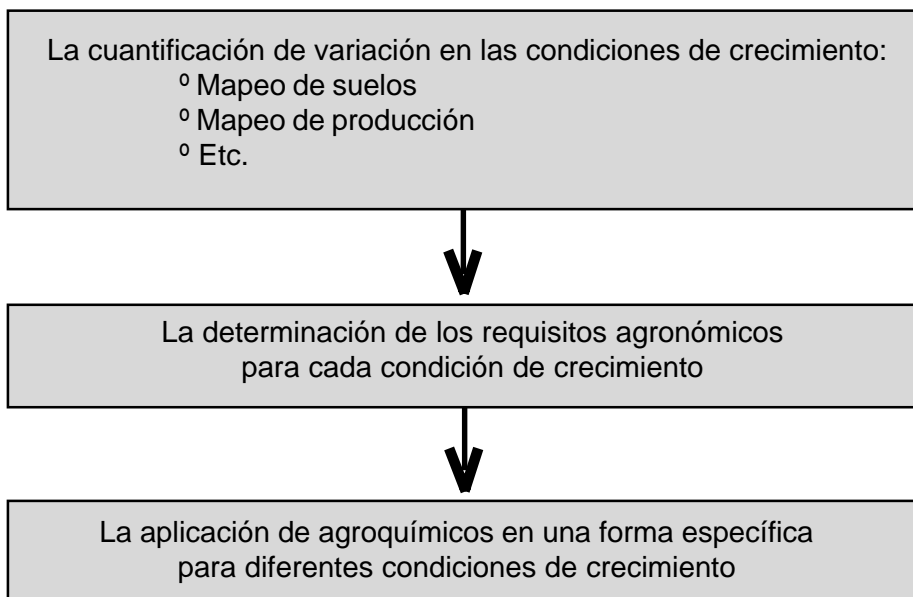


Fig. 4. El proceso de toma de decisiones en la Agricultura de Precisión.

Con el fin de explorar la posible aplicación del concepto de Agricultura de Precisión en el cultivo de banano, iniciaremos primero el análisis del sistema de producción actual de banano en Costa Rica y sus necesidades de agroquímicos. Seguidamente se determinará las opciones para reducir la cantidad de agroquímicos empleados en su cultivo y, finalmente, se discutirá si la Agricultura de Precisión es posible, con ejemplos prácticos de fertilización en el cultivo de esta fruta.

Necesidades de agroquímicos en el cultivo de banano

Fertilización

La productividad promedio de las fincas bananeras de Costa Rica varía entre 2000 y 3000 cajas $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$. Con una relación racimos/cajas de 1,1 la producción fluctúa entre los 40 000 a 60 000 kg de bananos frescos $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ó, en términos de nutrimentos, equivalentes a aproximadamente 130 kg N, 15 kg P y 400 kg K $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$. La reposición de estas cantidades de nutrimentos depende necesariamente del uso de fuentes de fertilizantes (inorgánicas u orgánicas) externas. Las fuentes naturales como: la lluvia, la fijación de nitrógeno por medio de leguminosas o la meteorización de minerales únicamente aporta una pequeña fracción de lo exportado por medio de la fruta y lo relativo a las pérdidas corrientes del suelo (volatilización, lixiviación y escorrentía).

Empleando el concepto de eficiencias de utilización relativamente altas (70%, 95% y 80 % para N, P y K respectivamente), mediante el adecuado manejo de la fertilización vía fraccionamiento de las aplicaciones y su correcta dosificación, es necesario aplicar por lo menos 350-400 kg N, 50-100 kg P y 500-700 kg K ha⁻¹ año⁻¹ para mantener la fertilidad del suelo. Suministrar estas cantidades de nutrimentos mediante el empleo de abonos orgánicos implica conservadoramente la aplicación de alrededor de 60 a 80 toneladas ha⁻¹, según el tipo y calidad del abono de que se trate. El manejo de estas cantidades de abono orgánico, por su gran volumen y tipo de cultivo, resulta inapropiado y de difícil aceptación por parte de los productores. A estas altas cantidades, además de su logística de manejo a nivel de finca, debemos agregarle los altos costos de transporte y el gasto por concepto de la mano de obra involucrada en su aplicación. Asimismo, es importante considerar las limitaciones inherentes al suministro constante de abono para satisfacer las demandas de 49 191.69 ha cultivadas de banano en Costa Rica (CORBANA, 1998). Y por otro lado, es necesario para los efectos del cultivo orgánico considerar que las fuentes de abono necesariamente deben provenir de materiales orgánicos producidos bajo sistemas, también, de cultivo orgánico.

El uso de fertilizantes químicos no presenta los problemas apuntados, pudiendo reemplazar los nutrimentos perdidos del sistema rápida y eficientemente. Por tanto, podemos asegurar que para el caso de la fertilización del banano de exportación no existen alternativas futuras que sustituyan el uso de los fertilizantes inorgánicos. El riesgo inherente a un sistema de manejo orgánico, además de las limitaciones ya apuntadas en la cantidad y calidad de abonos orgánicos, se extiende a que como producto de la disminución en productividad se podrían presentar, debido a que los abonos orgánicos no satisfacen las necesidades nutricionales del cultivo de manera oportuna por su baja concentración de nutrimentos, dos escenarios: a) un aumento en la superficie sembrada de banano para compensar las reducciones en productividad y de ingreso de divisas, con la consecuente presión sobre los recursos naturales y, b) aumento en los niveles de desempleo que de seguro conllevaría al ingreso de los desplazados a las áreas protegidas en busca de tierra para satisfacer sus necesidades alimentarias básicas. Por tanto, si queremos mantener los niveles de producción actuales con el mínimo de impacto sobre los recursos naturales es necesario emplear racionalmente los fertilizantes químicos, complementando este tipo de fertilización con la adición de enmiendas orgánicas (abonos orgánicos, residuos de cosecha, otros).

Nematicidas

Dentro de los principales agroquímicos aplicados en plantaciones bananeras se encuentran los nematicidas (carbamatos y organofosforados). Los nematodos (sobre todo *Radopholus similis*) son reconocidos por sus efectos detrimentales en los raíces, con daños que pueden resultar en pérdidas de hasta 50% en la producción. Los efectos de este tipo de plaga son difícilmente recuperables, por lo que se considera que no controlarla tiene un efecto de largo plazo a nivel comercial. Típicamente, los nematicidas empleados son muy tóxicos, por lo que representan un riesgo ambiental y laboral si no se les maneja y aplica adecuadamente.

No existen actualmente alternativas al control químico para el combate de los nematodos. Los monitoreos mensuales de las poblaciones, bajo diferentes modelos de muestreo a nivel de finca, indican la necesidad de aplicar este tipo de agroquímicos de dos a cuatro veces por año. La elección del producto a ser empleado se basa en el concepto de rotación de las moléculas de carbamatos y organofosforados en función de sus características de solubilidad y época de año, con el fin de prevenir su biodegradación acelerada por los microorganismos del suelo, especialmente bacterias y hongos (Anderson, 1998; Felsot, 1998).

Fungicidas

La Sigatoka negra (*M. fijiensis* Morelet) se considera como una de las responsables de la gran pérdida en la producción de bananos a nivel mundial a partir de los años 60. Con los niveles de tecnología actuales, los estudios epidemiológicos y las estrategias de manejo de resistencia se controla bastante bien la enfermedad pero a un costo económico muy alto (US\$. 1300-1500 ha⁻¹).

Al igual que para el caso de los nematicidas, no existe alternativa orgánica o biológica para el control de este importante patógeno foliar. Los programas de mejoramiento a nivel mundial (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola -FHIA-, Honduras, y The International Institute For Tropical Agriculture -IITA- de Ibadan, Nigeria, entre otros) han desarrollado, vía mejoramiento convencional, híbridos de bananos y plátanos resistentes a esta enfermedad; sin embargo, estos materiales no son aptos para la comercialización, bajo las actuales normas de calidad y esquemas de exportación, debido a aspectos fuera del alcance del presente trabajo. La producción orgánica de este tipo de materiales es posible y será discutida en detalle por Ruiz y Laprade en el presente taller.

Herbicidas

El manejo de las malezas en banano estuvo orientado, hasta recientemente, a la aplicación cíclica de herbicidas de contacto (paraquat), preemergentes (atrazinas)

y sistémicos (glifosato y glufosinato de amonio). Actualmente la actividad maneja un concepto diferente donde se integra el control mecánico, el uso racional de los herbicidas y el manejo adecuado de la densidad poblacional con el fin de mantener las malezas creciendo dentro de umbrales de competencia que no causen efectos detrimentales sobre la producción.

Hoy día las malezas son consideradas, por su arquitectura radicular, como un agente de estructuración y oreación, así como reservorio de nutrimentos en el mediano y largo plazo. Este tipo de manejo integrado ha permitido en muchos casos aumentar los coeficientes de infiltración del agua superficial en suelos con problemas de compactación superficial (Cuadro N°. 2).

Cuadro N°. 2. Infiltración básica determinada en un Typic Hapludand. Experimento de control de malezas, Finca Calinda

Tratamiento	Infiltración básica (cm/hr)
Control mecánico	117.6
Control químico	58.0

Fuente: Serrano y Bolaños, 1998 (datos sin publicar)

Finalmente, es importante señalar que el uso de compuestos y extractos biológicos para el control de plagas en los cultivos orgánicos debe ser manejado con mucha cautela. Muchos de estos extractos aún no han sido estudiados a nivel toxicológico y sus riesgos sobre el medio ambiental y salud humana son desconocidos. A diferencia, los productos agro-químicamente sintetizados han pasado por un amplio y estricto procedimiento de selección y registro para su uso en la agricultura; de manera que el conocimiento de sus propiedades nos permite su uso sin los riesgos mencionados para los productos naturales o biológicos.

Sistemas alternativos de manejo

Diversos estudios han intentado reducir el uso de agroquímicos mediante diferentes metodologías. Primero se ha trabajado extensamente en el desarrollo de variedades resistentes contra, por ejemplo, la Sigatoka negra y los nematodos, como ya mencionó. Como producto de lo anterior se ha logrado híbridos con resistencia pero resta aún mucha investigación para lograr su inserción en los mercados tradicionales del banano y plátano. Existen otras alternativas biotecnológicas como la transformación genética (plantas transgénicas) que abren una amplia gama de posibilidades para alcanzar la meta de reducir al máximo el

uso de agroquímicos. Sin embargo, es importante mencionar la fuerte oposición hacia el empleo de este tipo de plantas por parte de los consumidores, especialmente en Europa. Otras alternativas incluyen el control biológico pero no existen soluciones reales disponibles en el corto plazo.

La producción orgánica todavía confronta algunos problemas operacionales, con significativas reducciones de la producción. En el caso del cultivo del banano, con los clones Valery o Gran Naine no existe experiencia en los trópicos mediante la modalidad de cultivo orgánico, salvo el producto de pequeños productores como actividad marginal de baja productividad. La no aplicación de fertilizantes puede llegar a significar reducciones en la productividad de entre 400-1000 cajas ha⁻¹ año⁻¹. Como ya apuntamos, si Costa Rica desea mantener su producción actual de 2057 cajas por hectárea, se requerirá entonces de un nuevo proceso de expansión del área bananera para compensar la posible reducción de la producción, lo que implicaría el cambio hacia sistemas sin empleo de agroquímicos a sistemas de cultivo orgánico.

La expansión del área bananera resultante de ese cambio es algo que debe considerarse a profundidad por su impacto sobre los recursos y por la fuerte oposición que desencadenaría. Por tanto, debe analizarse dentro del proceso de toma de decisiones, discutir si lo que queremos es una agricultura extensiva como sinónimo de agricultura orgánica o sistemas de agricultura intensivos en áreas pequeñas que permitan la coexistencia de actividades económicas con espacio para conservación de la naturaleza.

Este último tema ha motivado el establecimiento de un programa de investigación orientado hacia la integración de las variables físicoquímicas del suelo (tipo de suelo), los factores de manejo de la fertilización (fraccionamiento y dosis), con el fin de determinar su impacto sobre la productividad de banano en el tiempo y en el espacio. Como producto de este esfuerzo se ha desarrollado una herramienta de cómputo denominada “Banana Management” (BanMan) capaz de relacionarlos, y cuya utilidad es la de servir de base para el diagnóstico de los problemas nutricionales y de otra índole, que permitan la adecuada toma de decisiones agronómicas.

El BanMan

La Agricultura de Precisión está basada en el uso preciso y racional de los agroquímicos. Únicamente se aplica la cantidad necesaria de estos insumos de acuerdo a las condiciones de crecimiento de un sitio específico y en un tiempo determinado. En la agricultura tradicional se considera a la finca como unidad de manejo. Bajo este concepto no se toma a la variación en suelos o de productividad del cultivo dentro esa unidad de manejo. El sistema productivo

bananero no ha escapado de esta realidad, a pesar de su gran variación de tipos de suelo y de productividad dentro de la finca.

Para el caso particular de las demandas nutricionales del cultivo de banano se ha procedido, mediante el empleo del BanMan, a estudiar la variación en productividad en función de los tipos de suelos de una finca comercial bananera y fue incorporado como un sistema de apoyo de decisiones en Finca la Rebusca, ubicada en Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia (Fig. 5). El BanMan permite generar mapas de producción con una inversión mínima de equipo y mano de obra.

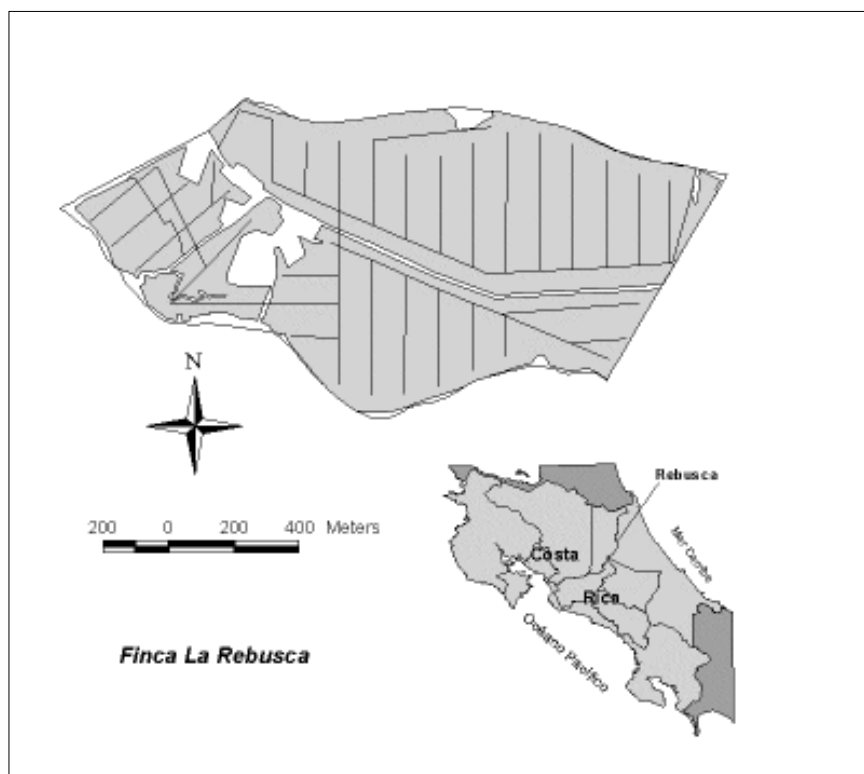


Fig. 5. Ubicación de Finca La Rebusca

En Finca La Rebusca se ha observado diferencias de producción que varían desde las 2300 y hasta 3500 cajas ha^{-1} . Como resultado de lo anterior se estima que los requisitos nutricionales para estas producciones varían igualmente en un 35%. A pesar de esto, bajo el concepto de manejo tradicional se procede a la aplicación de la misma cantidad de fertilizantes en toda la finca, sin tomar en cuenta esta variación (Tweeten, 1996).

El diagnóstico preciso de los problemas que afectan la productividad, así como la solución mediante el empleo racional de agroquímicos, requiere de una precisa determinación de la variación espacial a nivel de campo. Como ya se mostró en Fig. 3, es fundamental para la agricultura de precisión determinar esa variación espacial en función de las condiciones que afectan el crecimiento de la planta en la finca (tipo de suelo, altura de plantas y producción). En Finca La Rebusca se ha determinado con gran detalle la variación en el suelo como factor determinante de la productividad (Fig. 6). El mapa de suelos confeccionado a escala de 1:5.000 está basado en 512 observaciones de campo, con una descripción detallada de todos los horizontes respecto a sus características físicas y químicas.

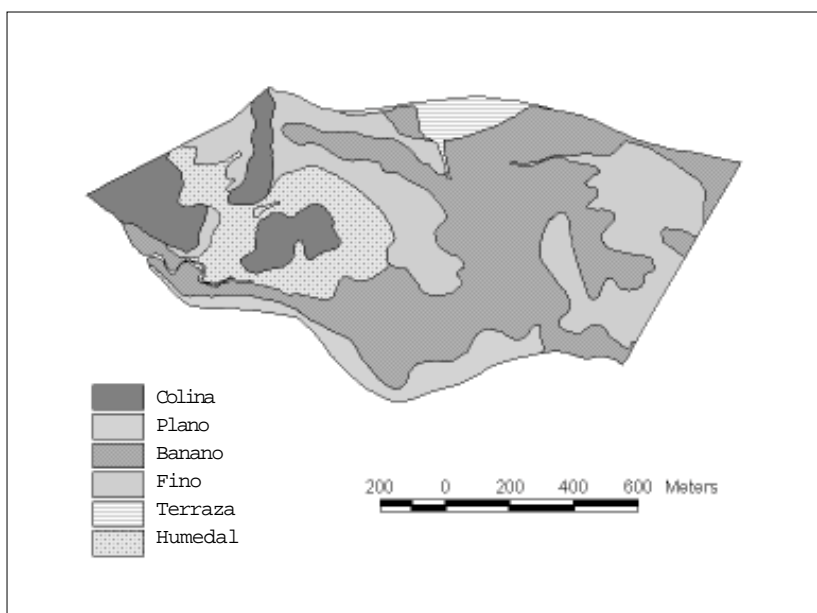


Fig. 6. Mapa de suelos de Finca La Rebusca

Con los sistemas de agrupamiento o descriptivos de la variación observada en la productividad, no es posible todavía manejar cultivos como el banano con el grado de detalle deseado, debido al alto número de individuos presente (1850 plantas ha⁻¹) y al complejo arreglo de estados de crecimiento presente dentro de la plantación. Quizá por estas razones deberíamos, con el fin de aplicar estos nuevos conceptos de manejo agrícola, pensar en un cambio de cultivo perenne a uno manejado desde una perspectiva hortícola anual, que permita la máxima racionalización en la aplicación de los agroquímicos tomando como base la curva de crecimiento del cultivo y sus necesidades nutricionales.

A pesar de todas las limitaciones que el sistema actual de cultivo de banano impone, es posible recurrir al empleo de áreas de manejo. Las unidades de manejo se convierten en importantes instrumentos para el diagnóstico de los problemas que afectan a la producción y para la determinación de las mejores soluciones agronómicas. La clasificación de los suelos de cada área determinada es el requisito fundamental de esta jerarquización.

Adicionalmente es necesario determinar los factores diferentes al tipo de suelo que pueden afectar el compartamiento del cultivo. Entre estos podemos citar el tipo de material de siembra empleado (semilla) y el nivel de infestación de plagas y enfermedades.

El primer paso para la adecuada implementación del Ban Man en el cultivo del banano fue definir la escala de trabajo. En Fig. 7 se muestra la influencia de diferentes escalas en mapas de producción. Los datos producto de los registros típicos de fincas bananeras se dan como promedio para toda la finca (CORBANA, 1998).

Este tipo de información no permite separar áreas de pobre, mediana y de alta productividad, con el fin de hacer óptima la aplicación de agroquímicos desde una perspectiva económica y ambiental. Por otro lado, existen fincas cuya producción se registra por cable. Este tipo de registro tiene el inconveniente de que los cables son establecidos de acuerdo al desnivel natural de la finca para facilitar el transporte de la fruta a la planta empacadora. Paralelo a esta condición se presentan marcadas diferencias en el tipo de suelo producto de los procesos de erosión y deposición fluviales que conllevan a la variación mencionada y observada en los suelos dedicados a este cultivo. Por tanto, se hizo necesario proceder a la definición de las áreas de manejo considerando la productividad en función del tipo de suelo cada dos torres; es decir cada 0.2 ha.

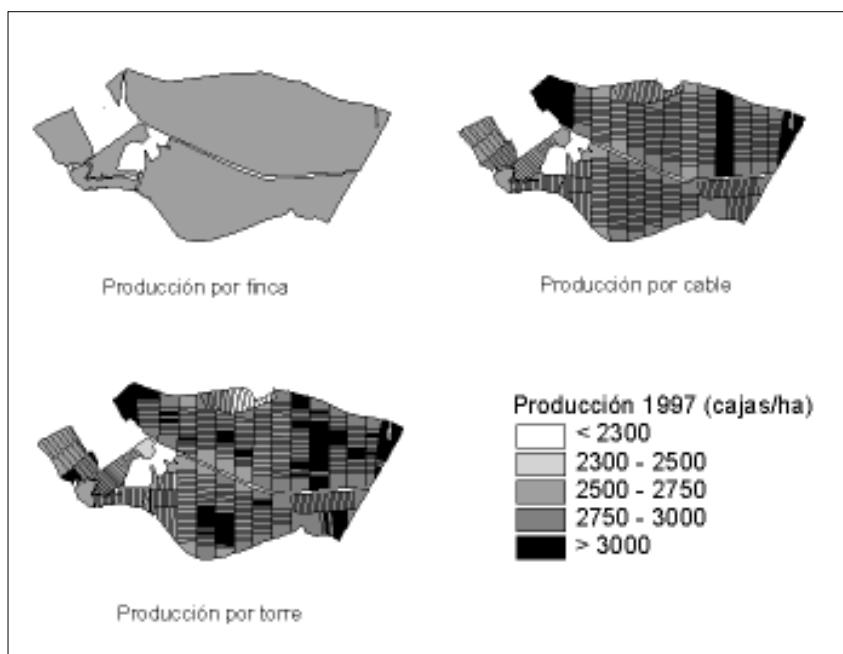


Fig. 7. Mapa de producción (1997), distintas escalas, Finca La Rebusca

Traducción de la variación a manejos alternativos

Conociendo la variación en las condiciones de crecimiento del cultivo es posible traducir la información generada mediante el BanMan, con el fin de aislar sectores de la finca donde la producción registrada no corresponde con el potencial esperado del área en cuestión. El BanMan analiza la variación en la producción dentro de una unidad de manejo de suelos tomando en cuenta la densidad de siembra. La ubicación precisa de las áreas donde la producción no alcanza el potencial estimado permite a los técnicos y especialistas realizar análisis *in situ* a fin de determinar el o los factores que afectan el normal desarrollo de las plantas y, por tanto, la búsqueda de soluciones para la adecuada producción. En este sentido el BanMan, como sistema de transformación de la información recopilada, no puede por sí mismo tomar decisiones; el sistema es únicamente una herramienta de apoyo al proceso de diagnóstico y toma de decisiones. Así, con este tipo de ayuda gráfica y después de un profundo análisis se puede, por ejemplo, conocer qué problemas son producto de la fertilidad de suelo, del drenaje interno o superficial, del nivel de infestación de nematodos, de un pobre manejo de la densidad poblacional, de la fertilización, entre otros.

Con el conocimiento generado por el BanMan se puede cambiar el manejo agronómico y de empleo de agroquímicos para garantizar la efectividad de estos últimos, garantizar cosechas adecuadas y reducir el impacto ambiental de su uso.

Por otro lado, la información generada producto de la traducción de observaciones y análisis podría en el futuro llevar a la toma de decisiones que involucren cambios en el manejo del cultivo: por ejemplo manejo hortícola anual. Sin embargo, debido a que aún no se cuenta con suficiente información que relacione las diferentes modalidades de manejo y el compartamiento del cultivo, es necesario continuar con el proceso investigativo encaminado a dar respuesta a la interrogante: ¿es posible con modificaciones agronómicas producir rentablemente en un área de manejo particular de la finca? Para muchos casos y condiciones aún no conocemos la respuesta a esta interrogación. A manera de ejemplo podemos citar que en Finca La Rebusca se inició recientemente un experimento para determinar la relación existente entre dosis de fertilizantes aplicados y su efecto sobre la producción. Este experimento a nivel de finca es necesario para determinar la fertilización óptima para todas las condiciones de crecimiento dentro de esta finca.

La aplicación de agroquímicos en una forma específica

El enfoque de la Agricultura de Precisión no se centra únicamente a la variación espacial, sino que también en la planificación de las aplicaciones de agroquímicos en el tiempo. En Fig. 8 se puede observar la variación de la lixiviación de Ethoprop después de su aplicación a través del tiempo y luego de varias fechas de aplicación.

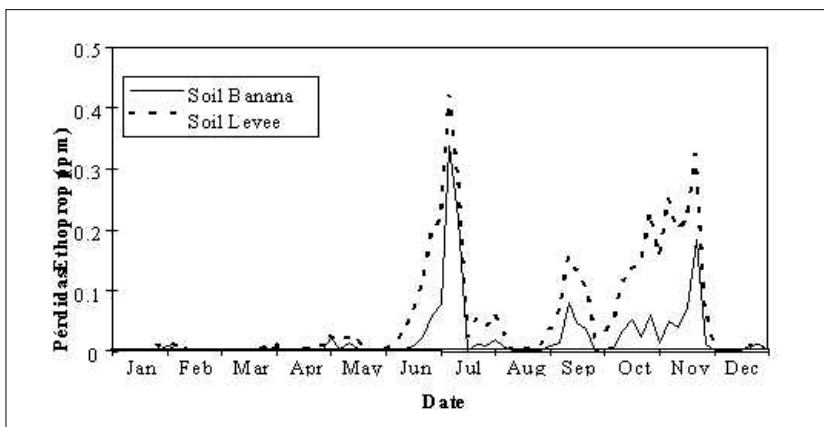


Fig. 8. La lixiviación de Ethoprop en función de la fecha de aplicación

Se nota que existen periodos en el año en que el riesgo de lixiviación es mucho mayor que en otros. Resulta interesante resaltar la necesidad de aumentar la eficiencia en la aplicación para minimizar el riesgo ambiental de su pérdida hacia otros sistemas, especialmente a cuerpos de agua. De igual manera, la información generada indica la necesidad de programar las aplicaciones de acuerdo a las características fisicoquímicas del agroquímico y su correcta colocación en el campo para aumentar su efecto sobre el cultivo y reducir las pérdidas del sistema. Con la Agricultura de Precisión y las herramientas preparadas para su implementación, podemos determinar en la mayoría de los casos la variación en los requisitos de agroquímicos dentro una finca. Probablemente el mejor ejemplo es la fertilización donde el nivel óptimo es una función de la producción y los características edafológicas. Para una finca bananera, por razones logísticas, es muy difícil emplear fórmulas de diferentes fertilizantes para cada área de manejo. De igual manera, es muy difícil trabajar con un amplio rango de dosis.

Por estas razones es importante definir, con base en la descripción de la variación de suelos y de producción, unidades de manejo práctico de condiciones similares y en donde la respuesta esperada del cultivo sea similar.

Conclusiones

En el cultivo de banano en la situación actual y con los clones cultivados es necesario el uso intensivo de agroquímicos.

La Agricultura de Precisión es una forma eficiente para disminuir y planificar el uso de agroquímicos en el cultivo de banano,

La Agricultura de Precisión únicamente funciona cuando la variación espacial en las fincas y la relación entre insumos y producción es bien determinada.

Herramientas como el BanMan son útiles para analizar los datos de los fincas y determinar donde se encuentran los áreas con mayores problemas agronómicos.

Fundiap

La Fundación para la Investigación de la Agricultura de Precisión -Fundiap- se creó para estimular y coordinar la investigación de la Agricultura de Precisión. El BanMan, propiedad intelectual de la fundación, es uno de los primeros productos de la misma.

Agradecimiento

La investigación del Dr. Stoorvogel fue financiada gracias al apoyo recibido de la Academia Real Holandesa de Artes y Ciencia. El desarrollo de BanMan fue realizado en cooperación con Inversiones Orlich, S.A. (Finca La Rebusca), CORBANA, S.A., y REPOSA (Guápiles).

Referencias

- ANDERSON, J. P. E. 1998. Accelerated microbial degradation of crop protection products in soils. (Abstract) International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. Pesticide Program: Development, Health and Environment, Universidad Nacional, Costa Rica. pp:61.
- BORLAUG, N. E. Y R. DOWSWELL. 1994. Feeding a Human Population that Increasingly Crowds a Fragile Planet. 15th World Congress of Soil Science. July 10-16, 1994. Acapulco, México. International Soil Science Society, USA. 15 p.
- CORBANA. 1998. Costa Rica. Estadísticas de Exportación Bananera 1997. CORBANA S.A., San José, Costa Rica. 60 p.
- FELSOT, A. S. 1998. Enhanced biodegradation of nematicides in soils from Central-American banana plantations. (Abstract) International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. Pesticide Program: Development, Health and Environment, Universidad Nacional, Costa Rica. pp:60.
- LUDWICK, A. E. 1997. Traditional Tools and New technology Play Key Roles in Site-Specific Management. *Better Crops* 81(3): 4-5, 7.
- ROBERT, P. C., RUST, R. H. AND LARSON, W. E. 1993. Soil Specific Crop Management. A workshop in Research and Development Issues. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America., USA. 406 p.
- TWEETEN, L. 1996. Is precision Farming Good for Society? *Better Crops*. 80 (3): 3-5.

Mejoramiento de banano y plátano resistentes a plagas y enfermedades

Phil Rowe ¹

Introducción

Las observaciones perspicaces sobre un tema son a veces más significativas que un estudio formal, especialmente cuando ya hay múltiples estudios científicos accesibles y relacionados con el tema.

Existe abundancia de documentos publicados que describen los problemas de enfermedades y plagas en banano y plátano, y los resultados obtenidos en programas de mejoramiento son asequibles a través de las minutas de conferencias internacionales auspiciadas por INIBAP.

Lo que percibimos como una necesidad que amerita atención renovada es una revisión aguda de qué nos trajo al punto en el cual estamos contemplando el desarrollo de bananos resistentes a las enfermedades, o bananos “ambientalmente amistosos”. Tal revisión de lo que ha concluido en resultados exitosos es, en nuestra opinión, valiosa por proveer guías confiables para las acciones que deberán ser tomadas en el futuro. Consecuentemente, este documento contiene algunas filosofías y opiniones personales, junto con discusiones sobre logros en el mejoramiento genético de distintos tipos de banano y plátano.

Una breve historia del desarrollo de los cultivos de banano

Históricamente, el consenso de opiniones era que no valía la pena tratar de desarrollar nuevas variedades de banano por medio de mejoramiento genético. En general, el hecho de que las variedades son triploides sin semilla llevó a la conclusión popular de que ello era probablemente imposible. Además, las compañías que exportaban bananos podían fácilmente cubrir los costos de cualquier enfermedad o medidas de control de plagas y no había amenazas serias al cultivo continuado de plátano y banano de cocción en las montañas del Africa Oriental. Tal era la situación existente.

¹FHIA, San Pedro Sula, Honduras

Ahora toda persona bien informada en el mundo del banano sabe cuán rápidamente estas situaciones que antes eran seguras cambiaron. Con el brote de Sigatoka negra en Latinoamérica a inicios de los años de 1970, y con la llegada posterior de esta enfermedad al Africa, se hizo obvio que el cultivo continuado y viable dependía del desarrollo de variedades resistentes a enfermedades, tal y como se ha hecho para todas los demás cultivos mayores. Afortunadamente las actividades de mejoramiento tan desesperadamente necesitadas no tuvieron que arrancar de cero.

La mayoría de los grandes descubrimientos que han provisto una mejora en calidad de vida para incontables millones de personas pueden ser rastreados como la persecución de un sueño por una o ciertas personas, máxima que es verdadera también en el caso de banano y plátano mejorados. El presente estado de avance en los logros de mejoramiento de *Musa* se debe en gran medida a la visión de unos pocos pero extraordinarios hombres, quienes “predijeron el futuro” muchos años antes de que se supiera de la existencia de la Sigatoka negra.

Ellos trabajaron en los programas pioneros de mejoramiento de banano en Trinidad, Jamaica y Honduras, y creyeron y persistieron cuando escasa gente creyó que se podría hacer. Incluso para aquellos que financiaron esos esfuerzos existía la posibilidad, bastante realista en el momento, de que no habría un retorno para las tremendas inversiones requeridas. Para los lectores interesados, Rowe y Rosales (1996) han revisado las actividades y listado referencias sobre estos programas pioneros con relación al programa actual de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola –FHIA–.

Los primeros fitomejoradores de banano descubrieron una anormalidad genética que trabajó a su favor, y se convencieron de que un éxito eventual en el mejoramiento del banano consistía solamente en persistir en el curso de su investigación. Esta anormalidad es el hecho de que el triploide “Gros Michel”, que debería ser sin semilla de acuerdo a las reglas del comportamiento genético, produce una o dos semillas por racimo al ser polinizado con diploides. Algunos de la progenie de estas cruas $3x \times 2x$ son tetraploides.

Como los tetraploides, al igual que los triploides, tienen todo el vigor de la planta y las características de tamaño de fruta requeridas para el banano comercializable, el curso a mantener consistía en mejorar a los padres diploides para ser cruzados con el “Gros Michel” (posteriormente, mutantes enanos de “Gros Michel” reemplazaron a este clon alto como el progenitor materno fijo para esos cruces).

Ha habido, probablemente, muy pocos retos tan formidables en el mejoramiento genético de cualquier cultivo, como el de desarrollar líneas genéticas superiores para su uso subsecuente como padres en estos cruzamientos con

“Gros Michel”. Los diploides naturales disponibles en colecciones de germoplasma para iniciar la tarea de mejoramiento de la cruza $2x \times 2x$ estaban todos limitados severamente por sus inferiores tamaños de racimo, o por otras características indeseables (tales como la ausencia de polen, la falta de pulpa comestible, etc.), pero algunos de estos diploides fueron fuentes de resistencias a enfermedades y plagas.

Logros recientes

La predicción de Dodds (1943) hace más de 55 años, en cuanto a que diploides de calidad superior podrían ser desarrollados, se ha convertido ahora en realidad. Los diploides agronómicamente mejorados que se usan en la actualidad en forma extensiva en el programa de FHIA son: SH-3142, como fuente de resistencia al nematodo barrenador; SH-3362, con resistencia a la Raza 4 del Mal de Panamá; SH- 3437, como fuente de resistencia a la Sigatoka negra. Estos tres diploides son a su vez resistentes a la raza más común (raza 1) del Mal de Panamá.

Fig. 1. Racimos característicos del banano de cocción FHIA-03 resistente a la Sigatoka negra. Este híbrido tiene una ascendencia compleja pero se originó de cruces iniciales a una variedad resistente de banano de cocción de las Filipinas. Alrededor de 4000 hectáreas de este híbrido están siendo cultivadas en la actualidad en Cuba, y recientemente han sido enviadas por INIBAP a varios países para su evaluación. La variedad FHIA-03 es el doble de productiva que el clon de banana cocción Bluggoe, el cual ha sido cultivado tradicionalmente en muchos países alrededor del mundo.



Además de la variedad “Gros Michel”, varios otros clones triploides fértiles en semillas de distintos tipos de banano y plátano fueron posteriormente identificados. Estos triploides fértiles en semillas genéticamente distintos han sido cruzados con los diploides avanzados para la producción de banano resistente a las enfermedades, de calidad de exportación para postre, banano para postre sabor dulce-acidulado, plátanos, e híbridos tetraploides de bananos de cocción que actualmente se están cultivando comercialmente.

Híbridos resistentes a las enfermedades, cultivados comercialmente

Esta información sobre híbridos que están siendo cultivados para la producción comercial viene primordialmente de comunicaciones personales con el Ing. José Manuel Álvarez, quien ha confirmado que actualmente hay alrededor de 4000 hectáreas de FHIA-03; 1900 de FHIA-23 y 900 de FHIA-18 bajo cultivo en Cuba, sin control químico de Sigatoka negra. Además de tener un alto nivel de

Fig. 2. Características de planta y racimo del híbrido FHIA-18 en Cuba, donde es apreciado por su sabor dulce-acidulado. Las variedades naturales con este sabor más ácido fueron cultivadas anteriormente en Cuba, pero fueron destruidas por el Mal de Panamá. La variedad FHIA-18 no solamente es resistente al Mal de Panamá sino también a la Sigatoka negra y al nematodo barrenador. Este también podría ser un híbrido extremadamente valioso para Brasil cuando la Sigatoka negra deje sin hojas a los clones dulce-acidulados favoritos de ese país, aproximadamente dentro de cinco años (ya ha sido identificada en la región amazónica de Brasil).





Fig. 3. Características de racimos del híbrido de plátano FHIA-20 (a los lados), comparados con los del plátano tradicional variedad Falso Cuerno (al centro), cuando no se usa agroquímicos para controlar la Sigatoka negra. Este híbrido tiene cualidades postcosecha (larga vida en verde), lo que lo hace un posible candidato para la promoción en los mercados de exportación. Además, el plátano FHIA-20 podría ser extremadamente valioso para el África, donde los plátanos eran/son una parte de la dieta básica para más de 70 millones de personas. La Sigatoka negra ha reducido en un 50% durante los últimos 15 años los rendimientos del plátano tradicional en el África occidental y central.

resistencia a la Sigatoka negra, la variedad FHIA-18 también lo es al nematodo barrenador. FHIA-03 fue desarrollada como una variedad de banano de cocción pero ha recibido muy buena aceptación como banano de postre en Cuba; la variedad FHIA-18 es un banano de postre de sabor dulce-acidulado; y FHIA-23 es un banano típico para postre (de calidad de exportación).

Los híbridos de plátano tipos FHIA-20 y FHIA-21 están ahora siendo cultivados comercialmente en varios países latinoamericanos. Estos dos híbridos resistentes a la Sigatoka negra han mostrado ser el doble de productivos que el tradicional plátano variedad Falso Cuerno.

Las características de racimo o fruta de estas variedades de híbridos tetraploides FHIA-03, 18, 20, 21 y 23 han sido ampliamente divulgadas (Figs. 1-5).



▲ Fig. 4. Una consumidora adquiere fruta del híbrido FHIA-21 en un supermercado en Honduras. El híbrido resistente a Sigatoka negra es doble de productivo que la variedad de plátano Falso Cuerno cultivada universalmente, pues tiene cualidades edibles excelentes y es cultivado en varios países de Latinoamérica.

Fig. 5. Características del racimo de híbrido de banano FHIA-23, de sabor muy similar al de banano de exportación de la variedad Cavendish. Más de 1900 hectáreas del híbrido están bajo cultivo en Cuba, donde ha probado ser doble de productivo que las variedades estándar como Cavendish, si no se aplica fungicidas para control de Sigatoka negra. ►



Conclusiones

Se estima que anualmente se usan más plaguicidas para la producción de banano de exportación que para cualquier otro cultivo (Lacher *et al*, 1997). Sólo en Costa Rica, el costo anual del control de Sigatoka negra para los bananos de exportación es más de 50 millones de dólares.

Los primeros pasos hacia la reducción del uso de plaguicidas en estos bananos, mediante el desarrollo de híbridos resistentes, han sido descritos arriba. A pesar de que los plaguicidas no han sido comúnmente usados para proteger bananos de cocción y plátanos (los granjeros no pueden pagar este gasto), el desarrollo de híbridos resistentes está teniendo un gran impacto positivo en la producción de estos cultivos primordialmente domésticos. La importancia de los diferentes tipos de bananos y plátanos cultivados para el consumo local es claramente evidente si tomamos en consideración que solamente un poco más del 10% de la producción total es exportado.

Se requirieron 35 años de esfuerzos intensivos y caros de mejoramiento genético en el programa hondureño antes de que el primer híbrido comercial resistente a la Sigatoka negra fuera desarrollado y sembrado por los agricultores. Una sucesión de híbridos comerciales siguió prontamente. Sin embargo, las necesidades de aun más híbridos con resistencia a plagas y enfermedades son inmensas. Estas necesidades incluyen una planta para un banano de exportación resistente a las enfermedades y de menor altura, a fin de reducir las pérdidas por vientos fuertes, una estatura enana en híbridos de plátano resistentes a la Sigatoka negra y bananos de cocción resistentes a la Sigatoka para el África Oriental.

Mucho más de cien millones de personas pueden ser beneficiadas con sólo el mejoramiento genético de plátanos y bananos de cocción. Como se ha ilustrado, esto es posible de hacer. Es tan sólo un problema de mantenerse en el curso trazado y continuarlo, obteniendo los recursos financieros necesarios para perseguir la consecución de nuestros objetivos a la velocidad en que la necesidad lo exija.

Fertilización convencional del cultivo de banano en Costa Rica y su relación con la producción sostenible

Antonio López¹

Introducción

La fertilización ha jugado un papel muy importante para mantener la adecuada productividad del cultivo de banano altamente tecnificado en Costa Rica. Las altas productividades mantenidas en el país a través de los años se deben en buen porcentaje a la fertilización.

Debido a la importancia de la fertilización, y al impacto que esta tiene en los costos de producción (entre 15 y 17 % de los costos totales de producción se deben a la fertilización), se ha conducido gran cantidad de investigación encaminada a lograr un mejor aprovechamiento de los fertilizantes que nutren al cultivo, con el fin de aumentar las ganancias y disminuir costos.

La investigación del cultivo de banano en el campo nutricional se enfocó sobre todo, originalmente, hacia el conocimiento de las dosis de fertilización de los diferentes nutrimentos para el crecimiento óptimo del cultivo. Inicialmente se trabajó con Nitrógeno y Potasio debido a la importancia de ambos nutrimentos en la planta de banano. Más tarde se empezó a investigar con Fósforo, Magnesio, Azufre y elementos menores, sobre todo Zinc y Boro, y se comenzó a aplicar fórmulas completas, lo cual contribuyó a una mejor utilización del Nitrógeno y del Potasio que originalmente se aplicaban por separado.

Con el paso del tiempo se enfocó el trabajo hacia un afinamiento de dosis por medio de prácticas que permitieran mejorar el aprovechamiento del fertilizante. Este mejor aprovechamiento a su vez condujo, aún sin ser propuesto, a un manejo más racional de la fertilización.

¹ Suelos y Drenajes, CORBANA, Guápiles, Costa Rica

Lo anterior no solo permitió una reducción de dosis sino también una disminución en los riesgos de contaminación del ambiente. En la actualidad esta tendencia de investigación en Costa Rica no sólo se ha mantenido sino que se ha fortalecido, de tal manera que el uso más sostenible de los fertilizantes y la reducción del riesgo de impacto en el ambiente son considerados en casi toda investigación emprendida en este campo.

Muchas de las investigaciones han tenido un éxito rotundo y de hecho han permitido volver una realidad en las fincas las recomendaciones emanadas de la investigación.

El presente trabajo tiene como objetivo revisar la importancia de la fertilización en el cultivo de banano y resaltar aquellas prácticas de manejo que hayan contribuido o vayan a contribuir a un mejor aprovechamiento de los fertilizantes en Costa Rica y que ayuden de alguna forma en la producción de banano orgánico y, o, amigo del ambiente.

Necesidades nutricionales del cultivo de banano

Las necesidades nutricionales del cultivo de banano (cultivares Cavendish) bajo manejo intensivo (alta tecnología) son muy grandes si se las compara con las de otros cultivos o cultivares del género *Musa*. Una plantación bien manejada puede producir 70 toneladas brutas de fruta/ha/año. Considerando este valor y la alta concentración de nutrimentos en el racimo, con cada cosecha se remueve grandes cantidades de elementos, sobre todo Potasio. En el Cuadro N°. 1 se presenta la cantidad de cada elemento según los parámetros encontrados por Marchal y Mallesard (1979), para elementos mayores, y por Lahav y Turner (1992) para elementos menores.

Cuadro N°. 1. Cantidades de elementos removidos por la fruta en una plantación altamente productiva

Elementos exportados en la fruta (kg/ha/año)

Nitrógeno	126.2	Magnesio	10.2	Cobre	0.3
Fósforo	14.5	Calcio	20.3	Zinc	0.8
Potasio	399	Hierro	1.6	Manganeso	0.8

Importancia de los elementos en los programas de fertilización

Como se mencionó, los programas de fertilización del cultivo de banano en Costa Rica se basan en Nitrógeno y Potasio debido a que son los elementos más importantes al manejar un programa de fertilización. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de otros elementos se hace necesario para brindar a la planta las mejores condiciones nutricionales. A continuación se describe algunas experiencias de fertilización en el cultivo de banano en Costa Rica, las cuales han permitido mejorar los programas de fertilización.

Nitrógeno (N)

El Nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la nutrición del cultivo de banano ya que generalmente se encuentra en cantidades tan pequeñas en el suelo que no suple las necesidades de la planta, por lo que se debe incluir en todo programa de fertilización. Investigación conducida en Costa Rica por varios años demostró que con dosis de 320 kg/ha/año (Cuadro N°. 2), usando urea como fuente de N y fraccionando la dosis en ocho aplicaciones al año, se obtuvo consistentemente la mayor productividad y rentabilidad (Herrera, 1989). Se observa cómo existe una diferencia de más de 700 cajas/ha/año entre el tratamiento testigo y el tratamiento con 320 kg de N, lo cual muestra la importancia del elemento.

Cuadro N°. 2. Respuesta del cultivo de banano a dosis crecientes de Nitrógeno. Finca Agrícola Ganadera Cariari

Tratamiento (kg de N/ha/año)	Peso de Racimo	Retorno	Cajas/ha/año
0	26.53	1.08	2115
80	26.09	1.13	2168
160	26.92	1.17	2336
240	28.98	1.18	2515
320	31.12	1.26	2867
400	29.59	1.22	2667
480	31.11	1.25	2866
560	29.47	1.28	2794
640	31.26	1.10	2535
720	30.45	1.28	2867

Potasio (K)

El Potasio es considerado el nutrimento de mayor importancia para el cultivo de banano debido a que es el elemento que la planta requiere en mayor cantidad. Una ventaja importante del manejo de la fertilización potásica es que el suelo puede suplir cantidades altas del elemento. Sin embargo, como las necesidades de K son muy altas, la fertilización con él se hace indispensable en el manejo del cultivo.

Como un ejemplo de la importancia de la fertilización con Potasio en el cultivo, en el Cuadro N°. 3 se presenta la respuesta para tres ensayos con diferentes fuentes de Potasio (López y Espinosa, 1998). Si se compara los tratamientos sin Potasio con las dosis óptimas de Potasio (entre 600 y 750 kg de K₂O/ha/año) se observa cómo la fertilización con potasio hace una diferencia de 400 a 500 cajas/ha/año.

Cuadro N°. 3. Respuesta del cultivo de banano a la aplicación de diferentes dosis y fuentes de Potasio

Fuente de Potasio y año del estudio					
Sulfato de P, 1984		Cloruro de P, 1985		Cloruro de P, 1994	
Dosis de P (kg K ₂ O/ha/año)	Productividad (cajas/ha/año)	Dosis de P (kg K ₂ O/ha/año)	Productividad (cajas/ha/año)	Dosis de P (kg K ₂ O/ha/año)	Productividad (cajas/ha/año)
0	2195	0	2260	0	2435
150	2280	200	2360	250	2527
300	2460	400	2475	500	2620
450	2555	600	2890	750	2958
600	2570	800	2680	1000	2733
750	2610	1000	2530	1250	2738
900	2530	1200	2505	-	-
1050	2540	-	-	-	-

Fósforo (P)

El Fósforo elemento importante en el cultivo debido a que estimula el desarrollo del sistema radicular. Es poca la información disponible de la respuesta del cultivo de banano a dosis y fuentes de P. En investigación en Costa Rica no se encontró respuesta a la aplicación de 400 kg de P/ha/año en suelos volcánicos con un contenido de 12 mg/L de P en el suelo (Solís y López, 1994a). Las fuentes utilizadas en esta investigación fueron roca fosfórica y triple superfosfato.

Actualmente la estrategia para la aplicación del elemento en el cultivo de banano en Costa Rica se basa en la utilización de fuentes solubles de P como DAP, MAP, ácido fosfórico y la urea fosfato, que parecen dar mejor respuesta que las fuentes poco solubles.

Azufre

La respuesta a la fertilización con Azufre no ha sido de tanto impacto en el cultivo como las respuestas al N y K. Sin embargo, el elemento ha sido considerado de importancia en los programas de fertilización ya que los niveles del nutrimento en el suelo generalmente son bajos. Flores (1991) encontró que con dosis de 200 a 300 kg de SO_4 /ha/año se obtuvo la mejor respuesta.

Calcio y Magnesio

Estos dos elementos mayores también son necesarios en los programas de fertilización del cultivo pero sólo en ciertas zonas donde los suelos presentan limitaciones de ellos. López (1991) en un ensayo de Calcio y Magnesio encontró la mejor respuesta a la aplicación de 100 kg de MgO /ha/año suplidos con sulfato doble de Potasio y Magnesio. En este ensayo no se encontró respuesta a la aplicación de Calcio como Carbonato de Calcio. En los suelos en donde ambos elementos son requeridos se ha llegado a aplicar hasta 200 kg/ha/año de MgO y 1120 kg/ha/año de CaO utilizando como fuentes sulfato doble de Potasio y Magnesio y Carbonato de Calcio, respectivamente (Cuadro N°. 5). Se necesita más investigación sobre estos dos elementos, que permita definir fuentes y dosis en aquellos suelos que lo requieran.

Elementos menores: Hierro, Cobre, Zinc, Boro y Manganeseo

Los elementos menores también juegan un papel importante en la nutrición del cultivo de banano. La decisión para aplicarlos se fundamenta en los análisis de suelos y foliares y en los síntomas de deficiencia visual de los elementos. En Costa Rica se le ha dado más importancia a la aplicación de Zinc y Boro debido a que los contenidos de los elementos son generalmente bajos en el suelo y en el tejido foliar. Hay poca investigación en el país con respecto a las dosis de aplicación de estos nutrimentos. Para la aplicación de Zinc se ha preferido hacerlo vía foliar utilizando quelato de Zinc.

Suelos bananeros de Costa Rica y la fertilización

El crecimiento del cultivo de banano está estrechamente relacionado con la calidad de los suelos en que se produce. El desarrollo bananero en Costa Rica ha tomado muy en cuenta este factor, por lo cual se ha tratado de que toda ex-

explotación nueva de banano se siembre en suelos aptos para el cultivo, para lo cual existe un manual de clasificación de tierras (Jaramillo y Vázquez, 1990).

La utilización de suelos con limitaciones pone en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de un sistema con un cultivo tan exigente como el banano. Esto es especialmente importante en el caso de la utilización de suelos poco fértiles con bajo contenido de materia orgánica, como los suelos volcánicos muy livianos o las lomas de suelos rojos ácidos.

Los suelos aluviales, originados a partir del arrastre de materiales por los ríos, presentan las mejores condiciones para el cultivo de banano. Las áreas dedicadas al cultivo de banano en Costa Rica se han dividido históricamente en tres zonas con características muy definidas de suelos, clima y topografía, denominadas Zona Oeste, Zona Este y Zona Sur; las zonas Oeste y Este están localizadas en el Caribe del país, y la Zona Sur se encuentra en la Vertiente del Pacífico (Lara, 1970; Jiménez, 1972 y López y Solís, 1992). El Cuadro N°. 4 incluye las características químicas promedio de los suelos de las zonas.

Cuadro N°. 4. Caracterización química de los suelos de las tres zonas bananeras de Costa Rica

Zona	PH	Acidez Extraíble cmol(+)/kg	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn	M. O.
							mg/kg	%			
Oeste	5.33	1.19	5.61	1.61	0.45	15	180	7	1	25	5.1
Este	5.88	0.33	25.05	5.98	0.36	19	119	13	1	34	2.6
Sur	5.66	0.83	32.69	5.6	0.94	19	97	114	2	16	2.5

Los suelos de la Zona Oeste (Cantones de Sarapiquí, Pococí y Guácimo) son principalmente de origen volcánico; su fertilidad se considera de media a baja y tienen ligeros problemas de acidez. En ellos se hace necesaria la aplicación de Magnesio, Calcio y Fósforo, además de la aplicación de Nitrógeno, Potasio y Azufre.

La información del Cuadro N°. 5, donde se incluye análisis foliares promedio de las tres zonas, confirma los problemas nutricionales que se presentan sobre todo en la Zona Oeste, donde los niveles de N, Ca y Mg tienden a ser más bajos que en las otras zonas.

Cuadro N°. 5. Caracterización química foliar de las zonas bananeras de Costa Rica

Zona	N	P	Ca %	Mg	K	Fe	Cu mg/kg	Zn	Mn
Oeste	2.40	0.17	0.51	0.27	3.56	74	11	17	252
Este	2.67	0.18	0.66	0.35	3.52	84	12	16	337
Sur	2.57	0.17	0.76	0.24	3.66	59	11	16	238

En las zonas Este (Cantones de Siquirres, Matina, Limón y Talamanca) y Sur (Cantones de Osa, Golfito y Corredores) los suelos provienen del arrastre de partículas de depósitos marinos y por esa razón son suelos muy fértiles, sin problemas de acidez, que no requieren de la aplicación de Magnesio o Calcio, excepto Magnesio en la Zona Sur, y las necesidades de Fósforo son muy bajas o localizadas.

Programas de fertilización

Como se mencionó anteriormente, la fertilización del cultivo de banano en Costa Rica se basó en un principio en Nitrógeno y Potasio (Lara, 1970). Con el tiempo, y por medio de la investigación, se fue introduciendo la aplicación de otros elementos en los programas de fertilización como Fósforo, Azufre, Calcio, Magnesio y elementos menores. En el Cuadro N°. 6 se presenta algunas recomendaciones generales para las diferentes zonas de bananeras del país (López y Espinosa, 1995).

Cuadro N°. 6. Recomendación general de fertilización para las zonas bananeras de Costa Rica

Nutrimento	Zonas		
	Oeste	Este	Sur
N	350-400	350-400	350-400
P₂O₅	50-100	0-50	0-50
K₂O	500-700	600-700	500-600
MgO	50-200	0-50	50-200
CaO	560-1120	0	0
S	60-100	60-100	60-100

Se observa claramente que las Zonas Bananeras del Este y del Sur requieren menos fertilizantes, especialmente Fósforo, Magnesio y Calcio, que la Zona Oeste. Las implicaciones de esto son también claras: si se busca una agricultura de cultivo más sostenible en cuanto a una menor utilización de fertilizantes, se debe dar prioridad al desarrollo de proyectos en la Zona Este, en primera instancia, y en la Zona Sur, en segunda.

Fuentes de fertilizante

En el Cuadro N°. 7 se incluye una lista de los fertilizantes corrientemente usados en la producción del cultivo de banano.

Tradicionalmente las fuentes de fertilizante se han aplicado por separado. En la actualidad se utiliza cada vez más fertilizantes completos elaborados mediante la mezcla química o física de fuentes que proveen los diversos elementos que incluye el programa de fertilización. Las fórmulas químicas son de mejor calidad que las físicas ya que la mezcla se mantiene uniforme pues no hay segregación de partículas, como en la fórmula física, aunque su precio es mayor.

La gran ventaja del uso de fórmulas completas es que se suple las necesidades nutricionales de manera continua y se evita la aplicación de altas dosis de un fertilizante en particular en un solo momento, con riesgo de causar fitotoxicidades o de perder una gran parte del producto aplicado.

Necesidades nutricionales del cultivo a través de su ciclo de vida

La determinación de la curva del crecimiento o desarrollo de los cultivos es una herramienta muy importante para conocer sus necesidades nutricionales a través de su ciclo productivo (Bertsch, 1995). En el caso del cultivo de banano existen algunos trabajos dirigidos hacia el conocimiento de las curvas de crecimiento. Los estudios de Twyford y Walmsley (1973) son pioneros en el campo del cultivo de banano. El conocimiento de la curva de absorción de nutrimentos tiene como objetivo el utilizar de forma más racional los fertilizantes ya que permite conocer los momentos de máxima absorción de los mismos (Bertsch, 1995).

Cuadro N°. 7. Fuentes de fertilizantes convencionales usados en el cultivo

Grupo	Material	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	SO ₄	Otros
Nitrógeno	Urea	46						
	Nitrato de Amonio	33.5						
	Sulfato de Amonio	21					71	
	Nitrato de Potasio	13						
Potásicos	Urea S		40				15	
	Cloruro de Potasio			60				47 Cl
	Sulfato de Potasio			50			51	
	Sulf. doble K y Mg			22	18		66	
Fosfóricos	Triple SuperFosfato		46				18	
	Fosf. monoamónico	11	48					
	Fosfato diamónico	16	48					
	Acido fosfórico		48					
	Urea fosfato	18	44					
	Roca fosfórica		33					
Magnésicos	46CaO							
	Sulfato Magnesio					17		42
	Kieserita				27		66	
Cálcicos	Nitrato de Calcio	15				27.2		
	Carbonato Calcio						32	
Azufrados	Carb. de Ca y Mg				13	22		
	Azufre elemental						50-99	S
	Borax					36	B ₂ O ₃	
Menores	Razorita					65	B ₂ O ₃	
	Sulfato de Zinc						42	28 Zn
	Oxisulfato de Zinc						-	52 Zn
	Sulfato de Cobre						54	23 Cu
	Quelatos							
	Metalosatos							

En Fig. 1 se presenta la curva de crecimiento para el banano, cultivar Gran Enano, hecho en plantas de primera cosecha procedentes del cultivo *in vitro* (López, 1998, datos sin publicar). De acuerdo con la información obtenida, la curva de crecimiento del cultivo puede dividirse en tres etapas:

Una primera que va desde la primera hoja después de la siembra a la hoja ocho. Es una etapa de poco crecimiento donde las cantidades de fertilizante que se debe usar son bastantes bajas pues las necesidades de nutrimentos son mínimas. La fertilización foliar puede jugar un papel importante en esta primera etapa.

En el caso de elementos como el Fósforo, se debe prestar especial atención en esta etapa ya que contribuye con el desarrollo del sistema radicular.

De la hoja ocho a la hoja 20 se tiene una segunda etapa donde el crecimiento aumenta junto con las necesidades por nutrientes. En esta etapa debe incrementarse las dosis de fertilizantes. Estas dos primeras etapas abarcan la fase vegetativa de la planta.

En la tercera etapa, que va de la hoja 20 en adelante, se presenta el período de máximo crecimiento juntamente con la fase reproductiva de la planta. Este es el período donde se debe aplicar las mayores cantidades de fertilizantes.

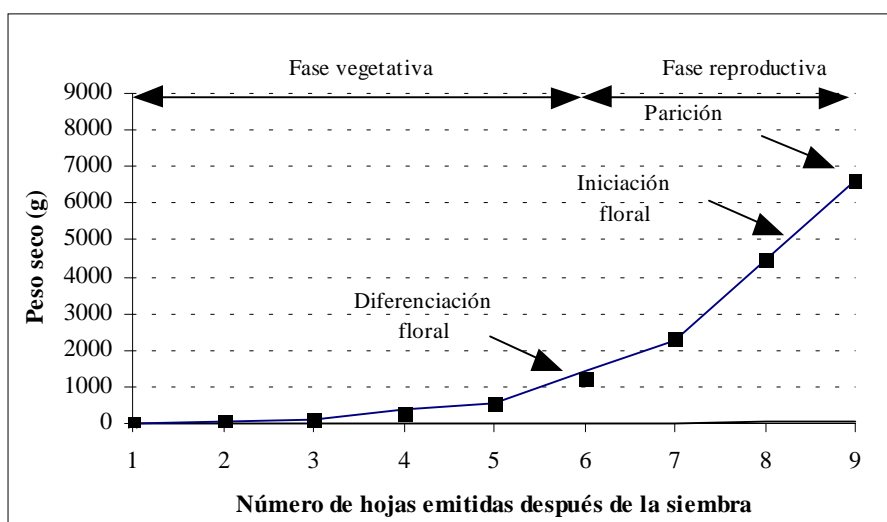


Fig. 1. Curva de acumulación de biomasa en plantas de banano (cultivar Gran Enano) de primera cosecha y procedentes de cultivo *in vitro*

En Fig. 2 se presenta la curva de acumulación de nitrógeno del cultivo de banano. Prácticamente la curva de crecimiento es igual a la curva de acumulación de Nitrógeno. Lo anterior sucede con la mayoría de los elementos analizados (López, 1998, datos sin publicar).

Con base en la información generada mediante la curva de crecimiento se puede elaborar el programa de fertilización de plantaciones nuevas, áreas de renovación o áreas de cosecha programada.

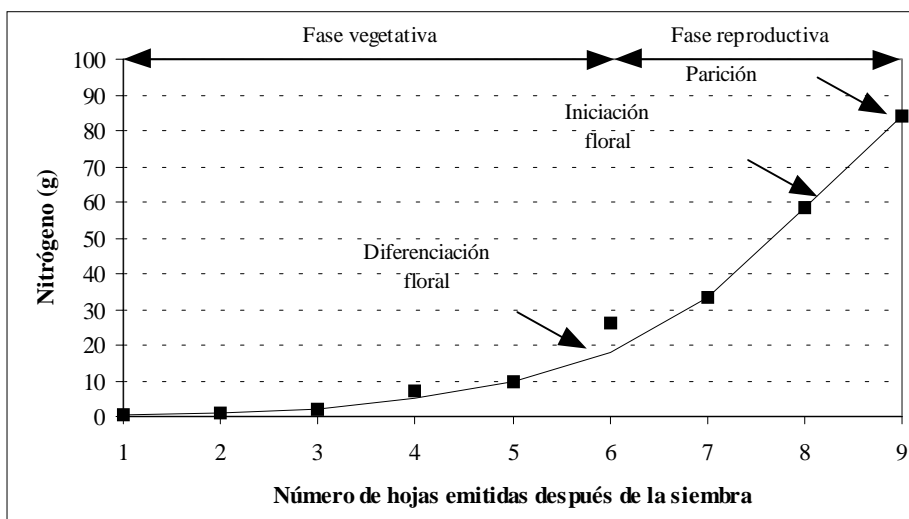


Fig. 2. Curva de acumulación de Nitrógeno en plantas de banano (cultivar Gran Enano) de primera cosecha, procedentes de cultivo *in vitro*

Para plantaciones convencionales bajo manejo perenne también se podría pensar en aplicaciones selectivas de fertilizante de acuerdo con las necesidades nutricionales de cada cepa que se fertilice. En este caso la aplicación se complica pues en una plantación convencional se tiene plantas de todo tamaño. Se podría idear dos o tres programas de fertilización diferenciados.

Balance nutricional del cultivo

El conocimiento de las pérdidas y ganancias de nutrimentos en una plantación bananera es de vital importancia para el manejo de la fertilización y la sostenibilidad del sistema. En Fig. 3 se presenta el ciclaje de nutrimentos en el cultivo de banano, donde se puede visualizar la entrada y salida de elementos en el sistema. La incorporación de los residuos de cosecha en el sistema es un proceso muy eficiente ya que el 70% de los residuos de cosecha son liberados en 21 semanas (Flores y Vargas, 1991).

El Cuadro N°. 8 incluye un ejemplo real del balance de nutrimentos de una finca bananera de Costa Rica. Los niveles de elementos en el suelo tienden a bajar con el tiempo debido a la exportación de elementos en la fruta y a la pérdida natural de nutrimentos por escorrentía y lixiviación, por lo que es necesario aplicar fertilizantes para compensar las pérdidas del sistema. La estrategia consiste en reponer por lo menos lo que extrae la fruta, para tratar de mantener el equilibrio.

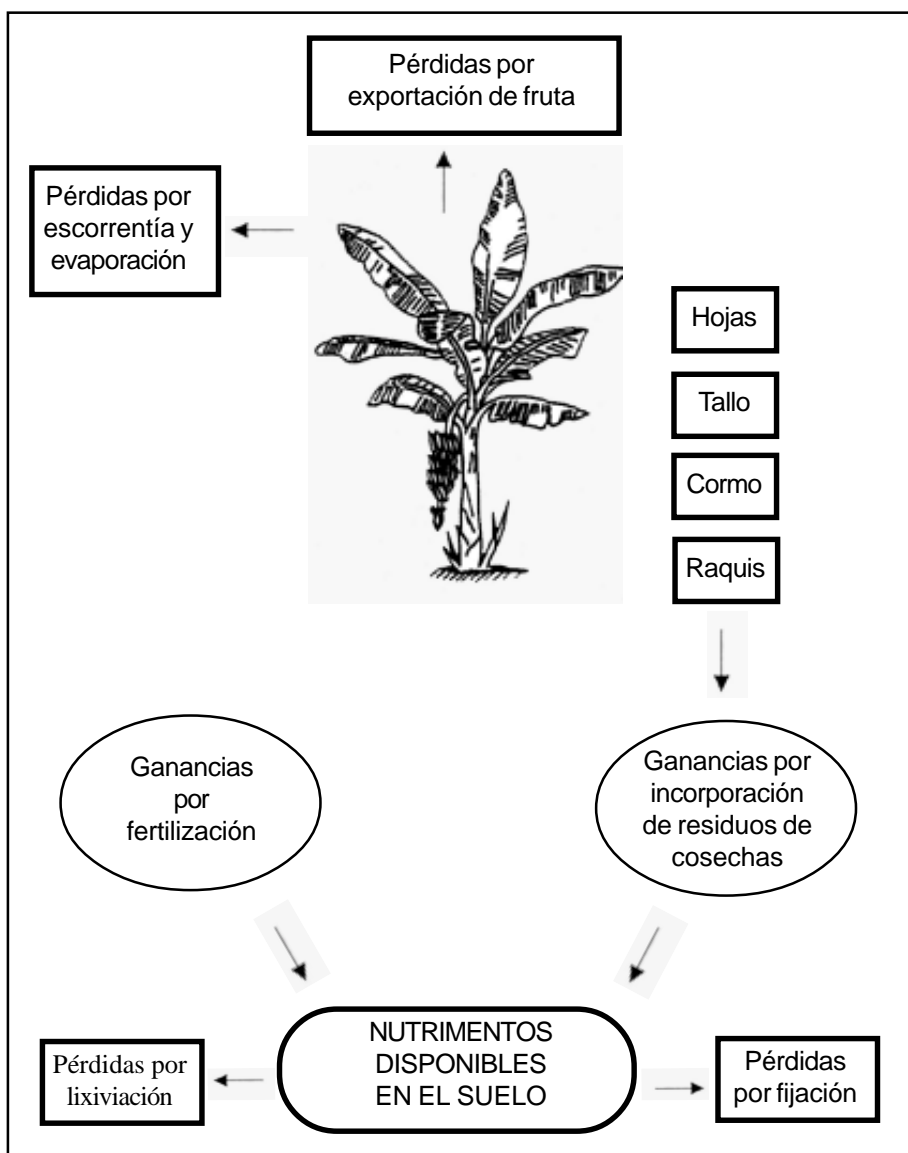


Fig. 3. Ciclaje de los nutrimentos en el cultivo de banano

En la aplicación de fertilizantes se contempla las pérdidas de estos por lixiviación, que bajo las condiciones de las plantaciones de Costa Rica llegan a ser muy altas debido a la alta precipitación que predomina en las zonas bananeras.

De acuerdo con la información del Cuadro N°. 8, la mayoría de elementos tiene una disponibilidad positiva. El Nitrógeno tiene una disponibilidad negativa debido a que la dosis de aplicación usada en el ejemplo es baja.

Utilización de plantas *in vitro* y nutrición del cultivo

Sin lugar a dudas una raíz sana es la base fundamental de la nutrición del cultivo de banano. En muchos casos los programas de fertilización de las plantaciones de banano no funcionan debido a la falta de un sistema radicular sano. La sanidad de la raíz puede verse afectada por condiciones climáticas adversas (déficits o excesos hídricos) o por la presencia de plagas y enfermedades, que es lo que generalmente más afecta la sanidad de la raíz.

Cuadro N°. 8. Balance nutricional de una finca bananera de la Zona Este

Ganancia de elementos				Pérdidas de elementos			Balance
Nutri- mento	Disponibilidad en el suelo (0-30 cm)	Aporte del Progr. de Fertilización	Disponibi- lidad total	Pérdida en la fruta ¹	Pérdida por lixi- viación ²	Pérdida total	Disponibi- lidad final
Nitrógeno	0	225.4	225.4	126.2	210	336.2	-110.8
Fósforo	39.6	28.5	68.1	14.5	2.2	16.7	51.4
Potasio	532	313.7	845.7	399	344	743	102.7
Calcio	22704	0	22704	10.2	270	280.2	22424
Magnesio	2007.1	8.1	2015.2	20.3	105	125.3	1890
Hierro	233.2	0	233.2	1.6	0	1.6	231.6
Cobre	30.8	0	30.8	0.3	0	0.3	30.5
Zinc	4.4	1	5.4	0.8	0.5	0.8	4.1
Ma.	39.6	0	39.6	0.8	0	0.8	38.8

¹ Pérdidas estimadas con base en la producción de 70 toneladas de fruta/ha/año, utilizando los parámetros de Marchal y Mallesard (1979) para elementos mayores y por Lahav y Turner (1992) para los elementos menores.

² Pérdidas por lixiviación tomadas de Godefroy *et al* (1975).

El uso de plantas propagadas *in vitro* (conocidas popularmente como meristemas) mediante la técnica del cultivo de tejidos, ha tenido gran desarrollo en los últimos 10 años en las explotaciones bananeras alrededor del mundo. Una de las principales ventajas del uso de esta tecnología es la obtención de plantas libres de plagas y enfermedades, lo cual es casi imposible de lograr bajo el sistema de siembra tradicional, donde se utilizan cormos de gran tamaño (Arias y Valverde, 1987).

En los últimos años en las nuevas siembras o en áreas de renovación del cultivo en Costa Rica se ha dado mucha importancia a este factor. En el Cuadro N°. 9 (López y Espinosa, 1995) se compara la calidad de raíces y población de nematodos de una plantación bananera en el Caribe de Costa Rica, en donde se usó semilla convencional y plantas procedentes de cultivo de tejidos. De acuerdo con esta información se infiere que, utilizando semilla tradicional, la capacidad de extracción de agua y nutrimentos de la raíz está limitada en un 54%, que es el porcentaje de raíces no funcionales. Se podría también decir que la fertilización tiene en este caso un aprovechamiento del 54%, lo cual es muy preocupante. Lo anterior es fácil de comprobar en el campo ya que las plantas procedentes de cultivo de tejidos manifiestan un excelente estado general en comparación con las grandes limitaciones que presentan las áreas bajo manejo convencional.

Tomando en cuenta la información aquí analizada se puede decir que la utilización óptima de los recursos depende en gran parte del uso de semilla sana. La utilización de semilla sana, que permita un buen aprovechamiento de los abonos utilizados, debe ser parte imprescindible de los programas de manejo sostenible del cultivo.

Cuadro N°. 9. Calidad de raíz y número de nematodos en una finca sembrada con dos tipos diferentes de semilla

Material de Siembra	Raíces					Población de nematodos	
	Totales	Funcional		No funcional		en 100 g de raíz	
	(g/planta)	(g/planta)	%	(g/planta)	%	<i>Radopholus</i>	<i>Meloidogyne</i>
In vitro	124	115	93	9	7	0	2800
Cormos	99	46	46	54	54	14800	2000

En plantaciones establecidas donde existan problemas de sanidad de raíz, sobre todo los causados por nematodos, la alternativa es la utilización de nematocidas.

Prácticas para mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes

Fraccionamiento de la fertilización

Originalmente la fertilización del cultivo de banano en Costa Rica se fraccionaba en unos pocos ciclos al año. Esto provocaba gran pérdida del fertilizante debido a que las dosis aplicadas eran muy altas y el suelo sólo tiene capacidad de mantener disponible para la planta una parte del fertilizante que se aplica.

Con el tiempo la tendencia ha cambiado hacia la aplicación de más ciclos de fertilizantes y disminuir las cantidades aplicadas debido a un mejor aprovechamiento del insumos. La mayoría de fincas bananeras en Costa Rica efectúa los ciclos de fertilización mensualmente. Sancho (1998; datos sin publicar), en un ensayo de dosis de fertilizante y fraccionamientos encontró que el mejor peso de racimo se obtuvo cuando el fertilizante se aplicó cada tres semanas.

Uso de fertilizantes de liberación controlada

Otra alternativa interesante que permite hacer uso más eficiente de los fertilizantes es mediante la utilización de fertilizantes de liberación lenta o controlada.

En Costa Rica se ha realizado algunas investigaciones con este tipo de productos, con buenos resultados. López (1998; datos sin publicar) encontró una buena respuesta a la aplicación del fertilizante de liberación controlada Osmocote^R. En el Cuadro N°. 10 se observa que con el tratamiento con 75% de la dosis de fertilizante utilizando Osmocote^R, se obtuvo mayor productividad que con el tratamiento 100% con fertilización normal. Lo anterior muestra que la utilización de fertilizantes de liberación controlada puede permitir una reducción en la dosis. El uso de fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de banano está regulado por la rentabilidad en su aplicación ya que el precio de estos fertilizantes es alto.

Utilización de abonos orgánicos

El uso de abonos orgánicos es una práctica muy utilizada en algunas zonas bananeras del mundo debido a su efecto positivo en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. Lahav y Turner (1992) mencionan el uso de hasta 500 ton/ha/año de materia orgánica. En experimentos conducidos en Israel, Lahav (1973) encontró incrementos de un 33% en la productividad con el uso de 80 ton/ha/año de materia orgánica combinada con la aplicación de fertilizante. En Costa Rica en los últimos años se ha venido aplicando materia orgánica (sobre todo gallinaza) pero en dosis relativamente bajas (1-2 ton/ha/año).

Cuadro N°. 10. Efecto de fertilización con Osmocote^R sobre las variables de producción de fruta para las dos cosechas evaluadas

Dosis	Fertilizante	Peso racimo (kg)	Número de mano	Días colgando	Retorno estimado	Productividad
25%	Osmocote ^R	13.98	6.0	97	1.44	1813
50%	Osmocote ^R	14.77	6.4	96	1.43	1930
75%	Osmocote ^R	15.73	6.4	104	1.36	2158
100%	Osmocote ^R	17.18	6.8	101	1.39	2293
100%	Normal	15.62	6.5	101	1.45	2012

En plantaciones renovadas se ha llegado a aplicar 20-30 ton/ha/año, lo cual ha contribuido con el buen estado de las plantaciones.

En este campo se necesita más estudios que permitan conocer las dosis ideales y económicamente rentables de aplicación de materia orgánica y los efectos e interacciones de la materia orgánica con los fertilizantes tradicionales.

Utilización de compost de banano

Tomando en cuenta la gran cantidad de desechos orgánicos que la actividad bananera produce, ha surgido la inquietud de utilizar estos desechos para fabricar compost. Se estima que por cada hectárea de banano se dispone aproximadamente de un potencial de seis toneladas de peso fresco de raquis de fruta y 10 toneladas de peso fresco de fruta de rechazo y, o, desperdicio para la fabricación del compost.

Barquero (1996), al evaluar la utilización de estos materiales para fabricar compost, propone la contrucción de montículos hechos con raquis de fruta (Pinzote) y fruta de rechazo en una relación 1:2, los cuales son aplicados frescos directamente en el campo. En el Cuadro N°. 11 se presenta los análisis químicos del material así confeccionado y un estimado del total de nutrimentos/ha/año que puede incorporar el material (raquis y fruta) disponible/ha en una finca típica. En teoría, la incorporación de materiales como estos al suelo permite disminuir en una buena cantidad la utilización de fertilizantes convencionales. En el Cuadro N°. 11 se observa que aproximadamente el 20% de las necesidades de Potasio (125 kg de K₂O/ha/año) de una finca puede ser suplido con la incorporación de compost de raquis y banano.

Actualmente esta práctica se está realizando en áreas marginales de las fincas pero podría ser utilizado en todo tipo de suelos.

Cuadro N°. 11. Aporte de nutrimentos de composteras hechas con pinzote y banano de rechazo (Relación 1:2)

Cantidad nutrimentos en materia seca del compost	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
			%				mg/L		
	0.78	0.68	6.45	0.23	0.14	194	4.75	9.5	59
Cantidad de nutrimentos suplidos por el compost Disponible para una ha	kg/ha/año								
	15.2	13.3	125.8	4.5	2.7	0.38	0.01	0.02	0.12

Aplicación de fertilizantes foliares

La aplicación de fertilizantes vía foliar también ha cobrado mucha fuerza en los últimos años debido a la buena respuesta de la planta a su aplicación. La ventaja de la fertilización foliar es que el aprovechamiento del fertilizante aumenta grandemente, lo que podría permitir la reducción de dosis de fertilizantes. Por otro lado, la utilización de agentes que permitan formar quelatos con los elementos catiónicos también ha contribuido a que la planta tome con más facilidad los nutrimentos. El Zinc se ha aplicado vía foliar en la forma de quelato de Zinc.

Uso de enmiendas

A pesar de que la aplicación de cal es una práctica común en muchas plantaciones de banano en Costa Rica, es poca la información que se conoce con respecto a la cuantificación del efecto de la aplicación de cal.

López (1991), en un ensayo de Calcio en suelos de la Zona Bananera Oeste no encontró respuesta a la aplicación de 1-2 toneladas de carbonato de Calcio/ha/año

Solís y López (1994b) encontraron respuesta a la aplicación de 1.2 ton de dolomita/ha/año en un suelo ácido de la Zona Bananera Oeste (Cuadro N°. 12). Sin embargo, esta respuesta no es tan dramática como ocurre con otro tipo de cultivos. Posiblemente las condiciones de acidez que se tienen en los suelos dedicados al cultivo de banano en Costa Rica no son tan graves como para que haya una respuesta extraordinaria a la aplicación de cal.

Cuadro N°. 12. Respuesta del cultivo de banano a la aplicación de cal dolomítica en un suelo ácido

Tratamiento (kg de cal Dolomítica/ha)	Número de manos	Peso de racimo	Productividad
0	8.21	27.97	2419
400	8.87	29.13	2594
800	8.11	27.70	2467
1200	8.39	29.38	2617
1600	8.22	29.03	2585
2000	8.27	29.28	2608
2400	8.30	29.19	2600
2800	8.17	28.03	2496
3200	8.00	27.28	2430

Otro material utilizado como enmienda para suelos ácidos, bajos en Fósforo, es la roca fosfórica. En investigación efectuada en una finca de banano con suelos ácidos en Costa Rica no se encontró respuesta a la aplicación de 400 kg de P/ha/año utilizando como fuente de Fósforo a la roca fosfórica (Solís y López, 1994a).

Conclusiones

La fertilización del cultivo de banano es una práctica necesaria para mantener la alta productividad del cultivo de banano tipo Cavendish.

El Nitrógeno y el Potasio son los dos elementos más importantes dentro de los programas de fertilización del cultivo de banano.

La aplicación de nutrimentos como Fósforo, Azufre, Calcio, Magnesio y los elementos menores es conveniente sobre todo en zonas donde existan deficiencias de estos elementos.

El porcentaje de aprovechamiento de los fertilizantes puede ser aumentado si se dispone de un buen sistema radicular.

El fraccionamiento de los fertilizantes, el uso de fertilizantes de liberación controlada, la utilización de abonos orgánicos, el uso de fertilizantes foliares y la aplicación de enmiendas son algunas prácticas que han demostrado su efectividad al mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes en el cultivo de banano.

Referencias

- ARIAS, O. Y M. VALVERDE. 1987. Producción y variación somaclonal de plantas de banano variedad Grande Naine producidas por cultivo de tejidos. ASBANA 11(28):6-11.
- BARQUERO, M. 1996. Evaluación del composteo de los desechos orgánicos (pinzote y banano de rechazo) en una plantación bananera. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 57 p.
- BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 1576 p.
- FLORES, C. L. 1991. Respuesta del cultivo de banano (*Musa* AAA), subgrupo Cavendish, clon Valery, a la fertilización con sulfatos. **In:** Informe Anual, Corporación Bananera Nacional. San José Costa Rica. p 41.
- FLORES, C. L. Y R. VARGAS. 1991. Liberación de nutrimentos por los residuos vegetales en suelos bajo cultivo de banano en la Zona Atlántica de Costa Rica. **In:** Memorias X Reunión de ACORBAT. Tabasco, México. p 59-64.
- GODEFROY, J., E. ROOSE Y M. MULLER. 1975. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de la Côte d'Ivoire. Fruits; 30(4):223-235.
- HERRERA, W. 1989. Respuesta del cultivo de banano (*Musa* AAA), subgrupo Cavendish, Clon Gran Enano, a la fertilización con dosis crecientes de Nitrógeno. **In:** Informe Anual, Asociación Bananera Nacional S.A. San José, Costa Rica. p 23-25.
- JARAMILLO, R Y A. VÁSQUEZ. 1990. Manual de procedimientos para presentación y realización de estudios detallados de suelos y clasificación de tierras para el cultivo de banano. Asociación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. 29 p.
- JIMENEZ, T. 1972. Génesis, clasificación y capacidad de uso de algunos suelos de la región Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 180 p.
- LARA, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la Zona Atlántica de Costa Rica. Imprenta Hnos. Trejos. San José, Costa Rica. 278 p.
- LAHAV, E. 1973. Effects and interactions of manure and fertilizers in a banana plantation. Israel J. Agric. Res. 23; 45-57.
- LAHAV, E Y D. W. TURNER. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda ed. Boletín N°. 7. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito, Ecuador. 71 p.
- LÓPEZ, A. 1991. Fertilización del cultivo de banano con diferentes niveles de calcio y magnesio. **In:** Informe Anual Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. p 33 y 34.
- LÓPEZ, A. 1998. Nutrición del cultivo de banano con el fertilizante de liberación controlada Osmocote® En proceso de publicación
- LÓPEZ, A. Y J. ESPINOSA. 1995. Manual de nutrición y fertilización del cultivo de banano. Inpofos. Quito, Ecuador. 82 p.
- LÓPEZ, A. Y J. ESPINOSA. 1998. Banana response to Potassium. Better Crops International. 12(1):3-5.
- LÓPEZ, A. Y P. SOLÍS. 1992. Contenidos e interacciones de los nutrimentos en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA. 15(36):25-32.
- MARCHAL J.Y R. MALLESARD. 1979. Comparaison des immobilisations minérales de quatre cultivars de bananiers á fruits pour cuisson et de deux "cavendish". Fruits.34(6): 373-392.
- SOLÍS, P. Y A. LÓPEZ. 1994a. Fertilización del cultivo de banano con dosis crecientes de dos fuentes fosfatadas. **In:** Informe Anual, Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. p 28 y 29.
- SOLÍS, P. Y A. LÓPEZ. 1994b. Aplicación de diferentes niveles de cal dolomítica en el cultivo de banano. **In:** Informe Anual, Corporación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. p 25 y 28.
- TWYFORD, I. T. Y D. WALMSLEY. 1973. The mineral composition of the Robusta Banana Plant. I. Methods and plant growth studies. Plant and Soil. 39: 227-243.

Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano

José Orozco Romero¹

Introducción

En todos los cultivos, las prácticas culturales utilizadas han ocasionado un baja paulatina de la fertilidad de los suelos, a tal grado que en la actualidad se requiere el cien por ciento más de fertilizante por hectárea para producir la misma cantidad de fruta que anteriormente se obtenía. El suelo ha perdido su dinámica biológica debido al uso de los agroquímicos, de las sales de fertilizantes, de las laminas pesadas del agua de riego que han provocado lixiviación o lavado de base acidificando el suelo y produciendo efectos tóxicos. Además de lo anterior, la pérdida de materia orgánica por proceso de oxidación y de erosión, así como la tasa de extracción de nutrimentos por los cultivos influyen para que la fertilidad del suelo vaya disminuyendo. Los abonos orgánicos o materia orgánica pueden restituir la dinámica biológica y, o, la fertilidad perdida (Cepeda 1993, Ruiz 1996).

Los fertilizantes orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidad apreciable de materia orgánica y a los cultivos elementos nutritivos asimilables en forma orgánica. Estos materiales contienen numerosos elementos nutritivos pero sobre todo Nitrógeno, Fósforo, Potasio y, en menor proporción, Magnesio, Sodio y Azufre, entre otros.

La aportación de los fertilizantes orgánicos al suelo y a la planta son:

- * Mejora las condiciones físicas del suelo.
- * Aumenta la actividad microbiológica.
- * Regula el exceso temporal de sales minerales o de sustancia tóxicas, debido a su capacidad de absorción.
- * Incrementa la fertilidad del suelo.
- * Evita la pérdida de nutrimentos por lixiviación.
- * Aporte reducido de nitratos y menos contaminación de acuíferos.

¹ Campo Experimental Tecomán-INIFAP, Colima, México

- * Mejora las condiciones organolépticas de la fruta.

Sobre este último punto, en hortalizas se ha encontrado que las ensaladas orgánicas contenían un 30% menos nitrato que las provenientes de cultivos no orgánicos.

Generalmente, para la fertilización orgánica se cita como limitación la falta de material orgánico para elaborar fertilizantes, sin embargo se puede aplicar los siguientes productos:

- * **Residuos vegetales:**

- Residuos de cultivo.

- Residuos de pasto.

- Residuos forestales.

- * **Desechos de animales:**

- Estiércoles.

- Harina de huesos.

- Harina de pescado.

- Harina de pluma.

- Harina de sangre.

- * **Desechos domésticos:**

- Basura.

- * **Compostas y vermicompostas**

- * **Algas**

- * **Turbas**

Para que sean útiles como fertilizante orgánico cada uno merece un manejo diferente; por ejemplo, los estiércoles frescos presentan más alto nivel de descomposición que los viejos; a los estiércoles provenientes de aves, chivos y ovejas se les considera “calientes” ya que contienen mayor cantidad de Nitrógeno y menor agua, y por ello no se puede aplicar en grandes cantidades y menos en semillas en germinación, ya que las secan.

El estiércol de animal es uno de los fertilizantes orgánicos más utilizados, pero cuando se aplica fresco tiene los siguientes inconvenientes:

- * Pierde fertilizante al descomponerse (lixiviación y volatilización).
- * Olor muy penetrante (común en huertos de banano cuando se aplica este producto).
- * Contiene gran cantidad de semillas de malezas.

- * Alto contenido de patógenos y plagas.
- * A veces contamina mantos acuíferos con nitratos.

Debido a lo anterior es mejor compostearlo y de esta manera se tiene una mayor capacidad de retención de nutrimentos; al elevar la temperatura a 70 °C se destruye patógenos y semillas de maleza. Su aplicación mejora la estructura, porosidad y permeabilidad del suelo.

Aplicación de los fertilizantes orgánicos en el cultivo del banano

Se ha efectuado diversos estudios para evaluar el efecto de algunos fertilizantes orgánicos en banano, siendo algunos de ellos los siguientes:

- * Flores y Vargas (1994) evaluando el grado de descomposición de residuos vegetales de banano (hojas) conforme transcurre el tiempo; encontraron que durante los primeros 18 meses los contenidos de N, P, K, Ca y Mg disminuyen debido a los procesos de mineralización y que conforme avanza el estado de degradación de los residuos se incrementan Mn, Fe, Cu y Zn.
- * Satyanarayana, M. (1990) utilizando como abono verde 50 kg/ha de semilla Dhaincha, con y sin cobertura de 15 ton/ha de hojas de plátano. El banano “Tella Chakkarakeli” fue más productivo con la pura cobertura o el abono verde que el testigo sin fertilizante, o sin cobertura o sin abono verde.
- * Soto M, (1993) señaló que para 1994 y 1996 Costa Rica producirá entre 130 y 150 millones de cajas de banano de 18.14 kg, cada una. Esto implica un gasto de 110 000 ton de fertilizante.
- * Solis y López (1992) utilizaron gallinaza para contrarrestar el efecto tóxico de Cu en los suelos. La adición de materia orgánica disminuye la disponibilidad de Cu en el suelo.
- * Kotoki y Bhattacharyya (1992) señalan que las coberturas de cáscara de arroz (10 ton/ha) incrementaron el contenido de N en cultivares «Jahaji» (AAA) Chenichampa (AAB) y Manohar (ABB) y que el efecto para P y K fue muy variable.
- * Dorel y Besson (1996) señalan que en suelos sujetos a cultivo mecanizado el contenido de M.O., es más bajo que en perennes; sin embargo, en las regiones plataneras y debido al clima que prevalece, los suelos contienen baja cantidad de M.O., y su aplicación es costosa y muy difícil de efectuar, por lo que se debe buscar materiales que incrementen los microorganismos en el suelo y la M. O., de cultivo sea más aprovechada.
- * Zake *et al* (1993). En Uganda la productividad de los bananos esta

decaendo debido a la baja fertilidad de los suelos. Evaluando tipos de cobertura encontraron que la cáscara de café, las coberturas de granos de gramíneas y tallos de maíz dieron mejor resultados que la cobertura viva. La cáscara de café no mejoró la microfauna, enraizamiento y rendimiento.

- * Salaú *et al* (1992). Se evaluó el efecto de coberturas vegetales y sintéticas (plásticos) sobre las propiedades del suelo y el crecimiento de plátano (AAB). Las coberturas orgánicas (pie de elefante y virutas de madera) mantuvieron condiciones más favorables del suelo y aumentaron el rendimiento de plátano.

En el estado de Colima, en los años 1995-1996, se llevó a cabo y a nivel experimental un estudio donde se evaluó el efecto de los abonos verdes, compost, vermicompost y estiércol sobre la producción de banano FHIA-01 y cuyos resultados son aplicados en la región. Su tecnología se resume en las siguientes prácticas: la aplicación de los abonos verdes inició desde el momento de siembra, la cual se hizo a una distancia de 3 x 2.5 m.

En la primera floración se cosechó un racimo por matero, y por esta razón en la segunda floración se obtiene un mayor rendimiento por ha, aún cuando el peso del racimo sea igual.

Al inicio de la plantación entre las hileras de los bananos se puede sembrar abonos verdes como crotalaria y clitoria; la primera proporciona alrededor de 11 toneladas de biomasa seca por hectárea y la segunda cuatro toneladas. Estas se incorporan como abono verde a los tres meses, además de tener la capacidad de fijar Nitrógeno.


Sin embargo y debido a que el cultivo del banano se planta cada año, sólo al inicio se puede sembrar la clitoria o crotalaria, por lo que debe acompañarse de aplicaciones de estiércol u otro fertilizante orgánico. (Cuadro N°. 1). Otra ventaja que tiene la siembra de estas plantas intercaladas con el banano es que no permite la emergencia de malas hierbas.

Posteriormente el banano se puede fertilizar con los siguientes abonos orgánicos:

Compost, vermicompost o bien estiércol en dosis de 2-4 litros cada cuatro meses. A continuación se describe cada producto y su efecto sobre la producción de banano FHIA-01.

Compost: Compuesto humificado de manera natural. Se elaboró haciendo camas de dos metros de altura, para lo cual se utilizó nueve partes de material vegetal y una de estiércol. En las capas de material vegetal se usó hoja de palma, zacate, crotalaria, residuos de poda, y cada capa tenía un espesor de 10

Cuadro N°. 1. Efecto del abono verde sobre la producción de banano FHIA-01

Abonos Verdes		Peso Racimo (kg)			Toneladas ha		
		1ª. Floración	2ª. Floración		1ª. Floración	2ª. Floración	
Crotalaria	sola	24	22		26	49	
	estiércol	32	33		35	72	
Clitoria	sola	26	24		28	52	
	estiércol	28	31		30	69	
Testigo²		32	35		35	78	

² Fertilización química 200-75-750 kg/ha de N-P-K

cm. Se regó y se volteo la cama cada mes y aproximadamente en ocho meses estuvo lista para su aplicación.

Vermicompost: Compost elaborado por medio de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) y como sustrato se utilizó estiércol de caballo y residuos de cosecha; en un término de tres meses se tiene elaborado el vermicompost. Antes de la evaluación se hizo pruebas para determinar qué productos de residuos vegetales pueden ser consumidos por la lombriz roja de California, encontrando que además del estiércol de caballo, los residuos de zanahoria, verduras y mango son aprovechados por la lombriz tal y como están (en fresco). Otros residuos como los de plátano, poda de árboles, cáscara de limón se pueden utilizar siempre y cuando sufran un proceso de descomposición y si se les adiciona estiércol el proceso se acelera. No se debe aplicar productos como desechos de harina de pescado, serrín o estopa de coco; el primero porque contiene más del 45% de proteínas y los segundos por su contenido de tanino, condiciones que son fatales para la lombriz.

Cuadro N°. 2. Residuos vegetales en la producción de vermicompost con lombriz roja de California

Residuos	Si	No	Con proceso de descomposición
Fruta plátano	X		X
Raquis plátano	X		X
Estiércol	X		X
Estopa coco		X	
Serrín		X	
Residuos de poda	X		X
Zanahoria	X		
Mango	X		
Verdura	X		
Desecho harina de pescado		X	
Cáscara limón	X		X
Cachaza + estiércol	X		

Estiércol. Como fertilizante orgánico se utilizó estiércol de cuadra de caballo que contenía una parte importante del rastrojo de maíz que se utiliza como cama; esto permite que el estiércol esté más enriquecido de nutrientes ya que funciona como una cama de absorción.

Los tres fertilizantes orgánicos presentan rendimientos similares a la fertilización química, sólo que algunos de ellos, como el compost, deben ser aplicados al doble de la cantidad que el vermicompost (Cuadro N°. 3) debido a que el aplicar sólo dos litros de compost se obtiene 12 toneladas de fruta por hectárea menos que cuando se aplican dos litros. De vermicompost, sin embargo, al aplicar los cuatro litros de compost se obtiene la misma producción que con dos litros de vermicompost. Es observable la alta producción que se alcanza con la fertilización orgánica.

Además de los nutrientes, la riqueza de los fertilizantes orgánicos estriba en la gran cantidad de microorganismos benéficos que contienen y que hacen una mejor asimilación de los nutrientes del suelo evitando lixiviaciones, fijaciones, antagonismo y toxicidad de algunos nutrientes; 18 kg de potasio y 13 kg de calcio y si el contenido de estos nutrientes en el compost, vermicompost y estiércol fluctúa de 0.5% a 1.5% de Nitrógeno, 0.1% a 0.3% de Fósforo y de 0.2% a 1.6% se requiere más de 10 toneladas de fertilizantes orgánicos para obtener una buena producción.

Cuadro N°. 3. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de banano FHIA-01

Fertilizante Orgánico	Dosis	Peso racimo (kg) floración		Ton/ha floración	
		1 ^a .	2 ^a .	1 ^a .	2 ^a .
Compost	2L	24	28	26	63
	4L	29	33	32	72
Vermicom- post	2L	27	34	30	75
	4L	28	34	31	76
Estiércol	2L	26	31	29	69
	4L	29	32	32	71
Testigo1	200-75	32	35	35	78
	-150				

¹Fertilización química kg-ha de N-P-K

Referencias

- CEPEDA REY J. 1993 Fertilización con abono orgánico. Seminario Taller Internacional sobre fertilidad y nutrición en banano y plátano. Santa María, Colombia. pp. 18-22.
- DOREL, M. Y N, BESSON 1996. Utilisation d'engrais organiques en culture bananière. CIRAD FLHOR Fort de France 27. p. 6.
- FLORES, C. L. Y R. VARGAS 1994. Liberación de nutrimentos por los residuos vegetales de los suelos bajo cultivos de banano en la zona Atlántica de Costa Rica. Musarama. INIBAP. Panamá. Vol. 7, N°. 2. p. 12.
- KOTORY, U.Y R, K. BHATTACHARYYA 1992. Leaf nutrient concentration of some banana cultivars as influenced by organic mulches. International, Horticultural Congress florence Itelia. ISHA. (296). pp. 113-117.
- SALAN, O.A. ET AL. 1992. Effect of mulching on soil properties, growth and yield of plantain on a tropical ultisol in coutheastern Nigeria. Soil and tillage Research. (NLD). Vol. 23 pp. 73-93.
- SATYANARAYANA, M. 1990. Effect of in-situ green maturing and mulching on performance of banana. Banana Newsletter Australia Vol. 13. pp. 30-31.
- LAPRADE C., S. 1998. Producción de banano orgánico utilizando los híbridos FHIA-01 y FHIA-02. Informe Anual 1997. CORBANA-San José Costa Rica. P. 40.
- SOLIS B, P. Y M. A. LÓPEZ 1992. Corrección mediante adiciones de materia orgánica. CORBANA, Costa Rica Vol. 16 (38) pp. 19-25.
- SOTO, M. 1993 Impacto ambiental de la actividad bananera. Raíces Agropecuarias Ecuador Vol.10, pp. 9-11.
- RUIZ F., J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México, D.F. pp. 23-47.
- ZAKE, J. Y. K. ET AL. 1993. Soil management sustainable banana production on ferrasol in Uganda. África Crop Science Conference, Kampala, Uganda (06) pp. 14-18.

Empleo de fuentes alternativas de fertilizantes para la producción de banano y plátano en Cuba

Raúl García¹, Roberto Guijarro² y Orlando Milián¹

Introducción

El empleo de fuentes alternativas de fertilizantes constituye una práctica muy antigua en África y Asia, donde el uso de estiércol (bovino y ovino), el abono verde, el mulch y los residuos caseros son las opciones más generalizadas (Simmonds, N.W., 1966; Bananuka y Rubalhoyo, 1994; Rishirumuhirwa, 1997; Swennen, 1990).

La utilidad de alternativas orgánicas ha sido además comprobada por innumerables autores y países. En esta dirección, Godefroy (1959) (citado por Oschatz, 1968) reportó efectos altamente positivos de empleo de arrope con abono verde (200 t/ha), compost o paja (100 t/ha), estiércol (70-80 t/ha), pulpa de café (40-50 t/ha). En tanto Anon y Godefroy (1973) en Costa de Marfil obtuvieron resultados favorables con pergamino de café (64 t/ha) y cáscara de cacao (80 t/ha). Resultados similares obtuvo Lahav (1978) en Israel con diferentes abonos orgánicos (compost, estiércol y gallinaza) a razón de 30-60 m³/ha.

En los últimos tiempos y a la luz de las exigencias contemporáneas caracterizadas por la demanda mundial de una producción más sana, el interés por esta temática ha ido en incremento progresivo, destacándose los países de la UPEB (Informe UPEB, 1994). En este sentido Tarte (1994) señaló muy acertadamente que la reducción del uso indiscriminado de agroquímicos nocivos al ambiente representa el principal blanco del cambio tecnológico en el camino hacia la producción de banano orgánico.

Como parte constitutiva de esta problemática las aplicaciones unilaterales sistemáticas y fuertes de fertilizantes químicos altamente solubles, en conse-

¹ INIVIT, Villa Clara, Cuba

² Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba

cuencia con las elevadas demandas de nutrimentos del banano y plátano, las bajas reservas nutricionales de los suelos bananeros cubanos y el comprobado impacto negativo de esta práctica incrementando el contenido y concentración de sustancias de reconocido efecto genotóxico en las aguas freáticas y fruto; el deterioro progresivo del suelo unido por otra parte a la carencia de yacimientos de fertilizantes químicos; el considerable incremento de su precio en divisas en el mercado internacional; el grado de conciencia existente respecto a la urgente necesidad de implementar tecnologías más respetuosas del ambiente y de los recursos naturales, así como el carácter prioritario decisivo del banano y plátano en el Programa Alimentario Nacional, conforman el conjunto de razones que hacen del empleo de fuentes alternativas locales de fertilizantes una de las temáticas de mayor actualidad e importancia para Cuba en este cultivo.

Por las razones expuestas, en el INIVIT, centro rector en el país de las investigaciones inherentes a la nutrición y fertilización del banano y plátano, se desarrolló en los últimos años un proyecto integral en una red geográfica que abarcó las diferentes regiones edafoclimáticas y los principales clones comerciales a fin de precisar:

- * las peculiaridades generales de la nutrición y fertilización,
- * el balance nacional de las posibilidades potenciales de acopio de las diversas alternativas para una política de fertilización con predominio orgánico,
- * el efecto agroproductivo y económico de las principales fuentes y su impacto sobre las propiedades claves del suelo,
- * diferentes aspectos vinculados con la generalización de los resultados.

Peculiaridades de la nutrición y fertilización del banano en Cuba

Para comprender a cabalidad el significado cualitativo y cuantitativo de la fertilización orgánica resulta imprescindible referirnos en apretada síntesis a la naturaleza y magnitud de los principales rasgos que predominan y a su vez condicionan el proceso nutricional del banano y plátano en Cuba, a saber:

- * alrededor del 50 % los suelos bananeros en la región occidental tienen un pH de ácido a neutro y un contenido relativamente menor de Calcio y Magnesio, bajo en materia orgánica y expuestos a un proceso normal de pérdida por el régimen de lluvia mayor, rápida infiltración y efectos globales del intemperismo,
- * el resto de suelos en Oriente de pH superior a neutro, elevados contenidos de Calcio y Magnesio, de moderados a bajos de materia orgánica, niveles bajos de precipitación, infiltración lenta pero con serios problemas de drenaje y salinidad (elevados tenores en el agua en la época seca),

- * fuertes respuestas a los fertilizantes nitrogenados y potásicos en correspondencia con las grandes demandas del cultivo y bajas reservas de materia orgánica y Potasio de los suelos,
- * falta de respuesta a los fertilizantes fosfóricos a pesar de un régimen muy deficiente, especialmente en las zonas orientales del país y ninguna correlación entre el P del suelo y el de la planta.
- * adecuada nutrición cálcica y magnésica y con microelementos, salvo en suelos con alta salinidad, mal drenaje o contacto de la raíz con capas de carbonato aflorado, donde ocurren deficiencias de Hierro y Zinc.
- * la absorción y eficiencia fisio-bioquímica del Potasio está fuertemente condicionada al antagonismo K-Ca-Mg, al nivel suelo-raíz, transcurriendo óptimamente cuando el K representa entre 10-15% de K + Ca + Mg, en suelos ferralíticos y 5% en los pardos, aluviales y vérticos cuyo comportamiento diferencial está ligado al tipo y calidad de la arcilla. Estas condiciones garantizan una nutrición potásica óptima de la planta (K al 50% de K + Ca + Mg en el tejido).

En general, el proceso nutricional normal se encuentra seriamente limitado por la falta de riego (sólo un 25% del área total se riega), quedando a expensas del régimen de precipitaciones muy mal distribuido en el tiempo con un promedio nacional anual de 1375 mm, cuyo 75% cae en el período Mayo-Octubre, y el otro 25% en Noviembre–Abril, provocando una prolongada sequía (seis meses). Por lo tanto y en la práctica, la obtención de rendimientos elevados y estables en un fondo agrotécnico adecuado depende de dos factores claves como el riego y la fertilización armónica con Nitrógeno y Potasio, en dosis que oscilan en correspondencia con las reservas del suelo, entre 75-200 gr del primero y 400-1000 g activos del segundo, por unidad de producción.

Atendiendo a las peculiaridades descritas resulta obvio que estas necesidades no deben ser cubiertas a expensas de aplicaciones unilaterales de fertilizantes químicos, que provocarían una aceleración del proceso de acidificación y pérdida de la materia orgánica y bases. Estas aplicaciones también causarían contaminación de las aguas freáticas en los suelos occidentales y un agravamiento de la salinidad en los orientales. Por otra parte, las aplicaciones sistemáticas y abundantes de materia orgánica constituyen una premisa imprescindible para la protección y recuperación de los suelos en general y para aliviar los problemas de salinidad, mal drenaje y el régimen hídrico de los mismos.

El balance nutricional del sistema suelo-planta evidenció que extracciones de Potasio (400-900 kg/ha) fueron entre 2-3 veces superiores a las del Nitrógeno (150-400 kg/ha) y que aproximadamente el 66% del N y el 60% del K extraído se restituyen al suelo con los residuos y otra parte no pequeña de las mismas se exportan con el racimo (34-40%).

Balance potencial nacional de la factibilidad de la fertilización orgánica

El uso combinado de un sistema de diagnóstico nutricional automatizado en una plataforma Windows, datos de las extracciones exportaciones, coeficiente de aprovechamiento y áreas totales de banano y plátano permitió estimar las necesidades globales anuales (todo el país) de Nitrógeno activo en 16 000 toneladas y 45 000 de Potasio. Atendiendo a las consideraciones anteriores, la implementación de un programa de fertilización esencialmente orgánico (75% de las necesidades globales) debe garantizar alrededor de 11 200 y 31 500 toneladas anuales de N y K activo, respectivamente a partir de alternativas y el resto de las necesidades (25%) con fertilizantes químicos.

La información existente (Empresa Nacional de abonos orgánicos) y datos de los autores demuestran que estas cifras representan sólo el 8 y 15% de las posibilidades potenciales de acopio de N y K activos, sobre la base de las fuentes más importantes del país (Cuadro N°. 1), que como se observa son en orden de importancia la turba, el estiércol y la cachaza para el Nitrógeno y las cenizas de residuos de caña (paja y bagazo), el estiércol y la vinaza para el Potasio.

Cuadro N°. 1. Balance Global³ del potencial de N y K activos a partir de las principales alternativas y relación con las necesidades del banano y plátano en miles de toneladas

	POTENCIAL	EXISTENTE
Fuente alternativa	Nitrógeno	Potasio
Estiércol	50.400	44.100
Gallinaza (Ga)	0.185	0.357
Cachaza (Cach)	31.730	8.350
Turba	60.040	4.740
Murcielagina	2.264	0.485
Vinaza	2.210	41.200
Ceniza de residuos de caña (Cnz)	-	116.790
Total	147.440	216.022
<i>Necesidad global de banano/plátano</i>	11.795	32.403
<i>% de necesidad respecto a existencia</i>	8	15

³Información de Empresa Nacional de Abonos Orgánicos y estudios de los autores

A este balance ya favorable hay que añadir otras numerosas opciones alternativas que han sido probadas con éxito, tales como: La biotierra (compost), humus de lombriz (castle), abono verde; pergamino de café como humus y ceniza en la montaña, residuos de plátano, jacinto de agua, ceniza de serrín y de palo de tabaco; actualmente se estudian la vinaza, el polvo de cemento de altos hornos de seis fábricas y residuos de la industria de cítricos, del cual hay disponible considerables volúmenes.

Efecto agroproductivo y económico de las principales alternativas

Se estudió el efecto agroproductivo y económico de las fuentes, así como su impacto sobre las propiedades del suelo, con énfasis especial en la ceniza vegetal, por constituir la principal alternativa proveedora de Potasio, y la cachaza, importante dador de nitrógeno con una alta capacidad contaminante por su elevado contenido de materia orgánica y alta demanda de oxígeno para alcanzar la estabilidad química.

Principales resultados

Los resultados de los muestreos realizados en los diversos ciclos de cosecha (planta madre, PM y vástago, V1 y V2) mostraron (Figs. 1 a 6; fertilizaciones realizadas a 45, 90, 135 y 180 días después de la siembra y a 80% de plantas cosechadas) que las aplicaciones unilaterales de fertilizantes químicos, particularmente con el incremento de dosis desde 0.9 a 2.7 kg/unidad de producción y de 8-4-23 (N1P1K1-N3P3K3), provocaron acidificación del suelo así como pérdida acelerada de materia orgánica, Calcio (448-1030 kg/ha/año) y Magnesio (82-217 kg/ha/año).

Resultados similares en el mismo tipo de suelo con caña de azúcar han sido reportados por otros investigadores cubanos (Navarro, 1980; Pearl *et al*, 1980; cit. por Guijarro, 1980) y recientemente Orellana y Col. (1995). Este impacto negativo del fertilizante químico sobre importantes propiedades del suelo indisolublemente ligadas a su estructura, en suelos ácidos, ligeramente ácidos y neutros, puede tener gran repercusión dado que alrededor del 50% de los suelos utilizados en el occidente y centro del país para el banano y plátano tienen precisamente estas características.

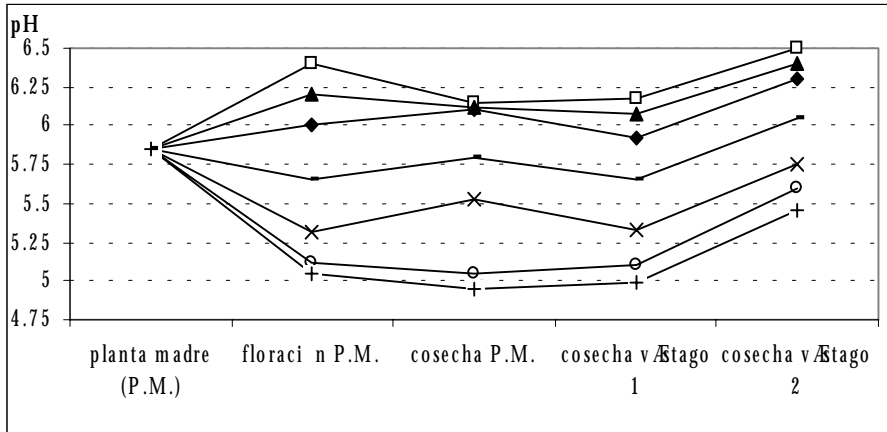


Fig. 1. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el pH

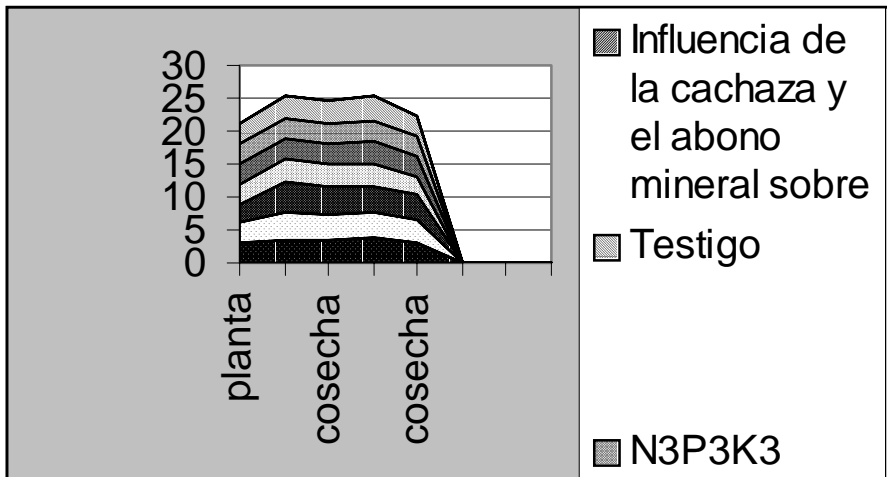


Fig. 2. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el contenido de materia orgánica del suelo

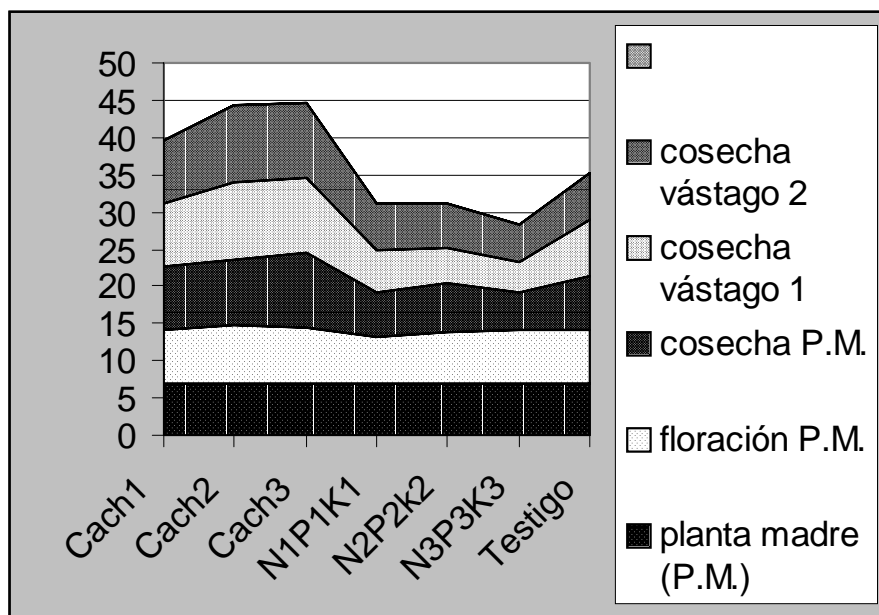


Fig. 3. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el contenido de Ca intercambiable del suelo

En las mismas figuras se hace evidente que las aplicaciones de cachaza desde 15-45 kg/unidad de producción (Cach1-Cach3) y fundamentalmente con las dosis mayores elevaron los contenidos de materia orgánica, Calcio, Magnesio, Fósforo y Potasio y los valores del pH. De esta forma la cachaza constituyó una excelente alternativa para contrarrestar el impacto negativo de los fertilizantes químicos sobre las propiedades del suelo.

Efectos positivos de la cachaza en esta dirección han sido publicados en Cuba (Paneque, 1975 y Medina, 1979) y en otros países (Samuels y Landrau, 1995; Yang, 1971; Hagiara, 1975 y Godefroy, 1974).

El empleo solo o combinado de la cachaza con cenizas vegetales y fertilizante químico (Figs. 7 a 9) tuvo un marcado efecto significativo sobre el crecimiento y rendimiento y sus componentes principales en todos los clones de banano y plátano y tipos de suelo investigados, así como elevada efectividad económica (Cuadros Nos. 2 y 3).

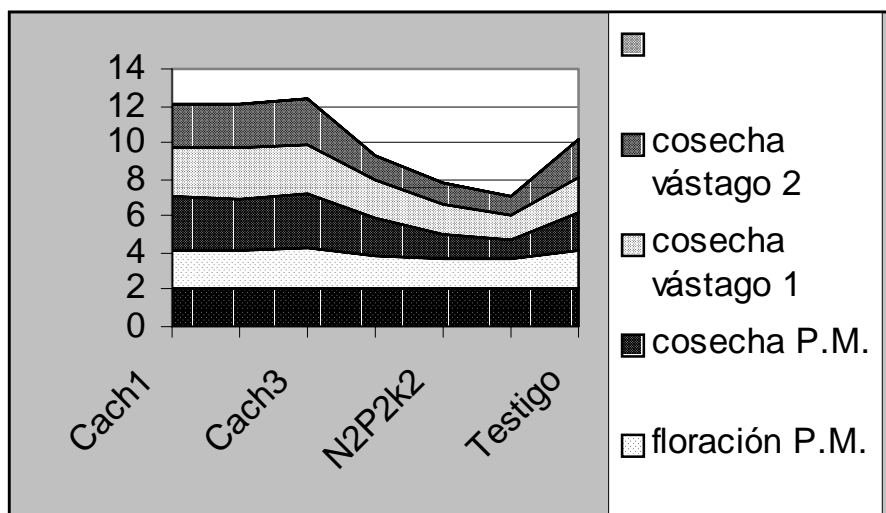


Fig. 4. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el contenido de Mg intercambiable del suelo

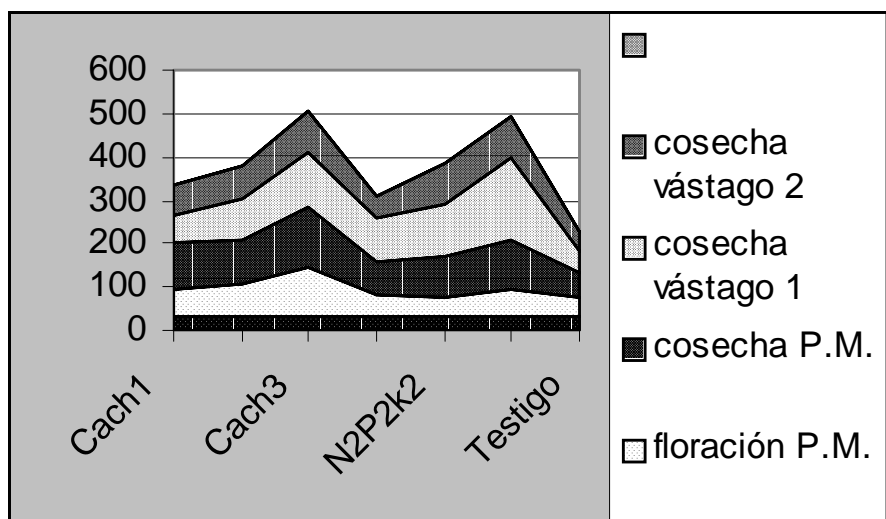


Fig. 5. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el contenido de P asimilable del suelo

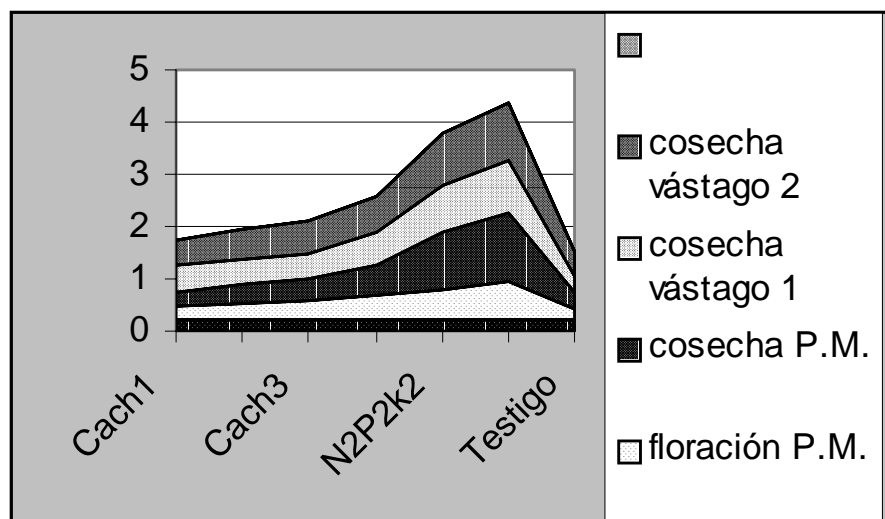


Fig. 6. Influencia de la cachaza y el abono mineral sobre el contenido de K intercambiable del suelo

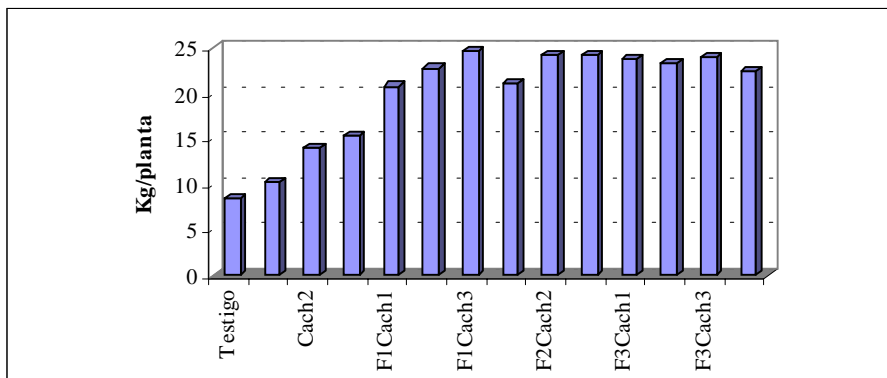
Por su relevancia merece destacarse los siguientes resultados:

- * el incremento del rendimiento respecto al testigo y su efecto económico resultaron elevados variando entre 15 y 243 % y 390 -2898 \$/ha
- * las aplicaciones de cachaza sola o asociada con ceniza fueron en todos los casos significativamente superiores al testigo absoluto (sin aplicación). Sin embargo, los mejores resultados desde el punto de vista productivo, económico y ecológico resultaron de la combinación de dosis moderada de fertilizantes (25% de las dosis óptimas) con dosis de moderada a elevadas de ceniza y cachaza.

La combinación de estas últimas con dosis más fuertes de fertilizante químico no fueron significativamente superiores.

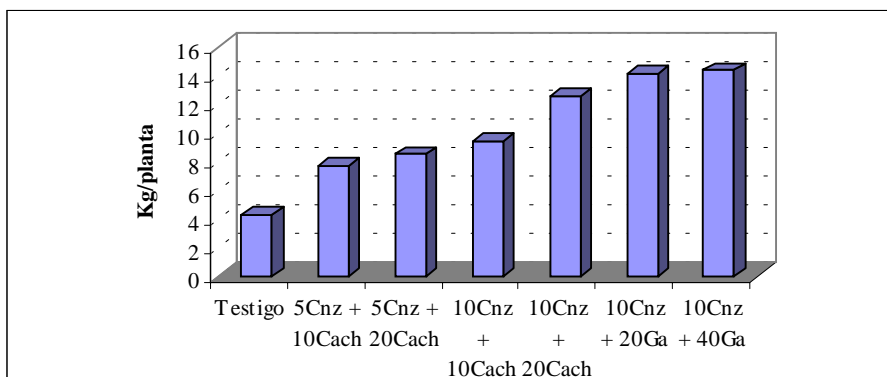
- * la aplicación conjunta de ceniza, cachaza y fertilizante químico influyó positivamente además en las propiedades del suelo y en el estado nutricional de la planta (Cuadros Nos. 4 y 5).

En estos se destacan la disminución de la concentración de Nitrógeno, probablemente debido a su dilución en una mayor masa foliar; la invariabilidad del Fósforo; el notable incremento del Potasio y disminución consecuente del Calcio y Magnesio reflejo del antagonismo K-Ca-Mg, al nivel suelo-raíz.



Cach-1Cach-3: 15-45 kg de cachaza por unidad de producción F1-F3: 0.9-2.7 kg de 8-4-23 por unidad de producción

Fig. 7. Efecto de cachaza sola y combinada + abono químico sobre rendimiento de Gran Enano, suelo ferralítico rojo comptado (prom. 4 años)



Las aplicaciones son en kg por unidad de producción

Fig. 8. Efecto cachaza y ceniza sobre rendimiento plátano 'Burro Camsa' (Musa AAB) en suelos ferralíticos coarsítico amarillo-rojito lixiviado (prom. tres años)

* Las dosis óptimas de cachaza y ceniza oscilaron en función del tipo de suelo y sus reservas, del clon, su potencial y exigencias nutricionales entre 20-40 kg y 8-10 kg por unidad de producción, respectivamente.

Otro hecho que llamó la atención fue el crecimiento acelerado del hijo o sucesor del plátano (Cuadro N°. 2), con el incremento de la dosis de cachaza en un fondo moderado de fertilizante químico, rompiendo de esta forma la conocida acción depresiva que la planta madre ejerce sobre el hijo (dominancia apical) y creando el comúnmente observado bache de producción típico de este clon a partir del segundo ciclo.

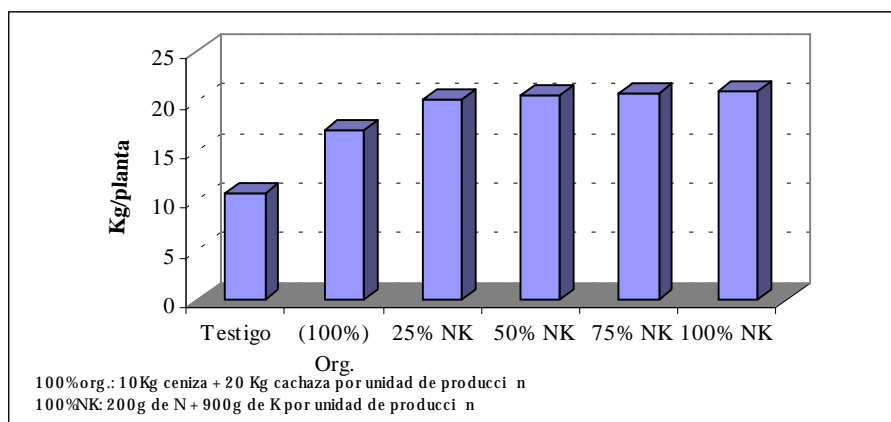


Fig. 9. Efecto de la cachaza y ceniza sola y combinada con abono químico sobre el rendimiento del plátano ‘Burro Censa’ en suelo pardo (promedio de cuatro años)

Cuadro N°. 2. Efecto del empleo combinado de cachaza y fertilizante químico sobre el crecimiento y rendimiento del plátano Cuerno (AAB) en suelos pardos con carbonatos. (Promedio de dos años)

Tratamiento	Peso promedio del racimo	Incremento relativo (%)	Por racimo, número de	Altura (m)	Perímet. Seudo-tallo (cm)	Altura del hijo sucesor (m)	% In-crem.
			Manos	Dedos			
NK +Cnz	8.1 e	-	7.4 d	46.4 e	2.16	53.3	0.65
NK + Cach 10	9.3 d	15	8.2 c	49.6 d	2.37	54.4	0.98
NK + Cach 20	10.8 c	33	8.4 c	51.2 c	2.41	57.3	1.30
NK + Cach 30	12.7 b	57	9.1 b	54.2 b	2.50	60.8	1.60
NK + Cach 40	14.4 a	78	10.2 a	56.6 a	2.65	64.4	1.93
NK + Cach 50	14.2 a	75	9.9 a	55.2 b	2.63	63.3	1.86
Testg. abs. (sin tratam.)	4.9	-	4.0	24.2	1.79	45.0	0.45

Braide y Wilson (1984) y Sweneen (1984), buscando una explicación al fenómeno lo vincularon a que el efecto físico y químico de la aplicación conjunta de materia orgánica y fertilizante mineral desempeña un papel clave en el desarrollo radicular (formación de raíces secundarias y terciarias) con una probable repercusión en el proceso fisiológico.

Cuadro N°. 3. Variaciones del incremento relativo (%) y efecto económico en los diferentes experimentos

Tipo de experimento	Clon y suelo	Incremento relativo %	Efecto económico \$/ha
Cachaza + Ceniza	'Burro CEMSA' Ferralítico cuarcítico	83 - 243	506-1828
Cachaza + Ceniza + Fertilizante Químico	'Burro CEMSA' Pardo con carbonato	59 - 95	538 - 2208
Cachaza – Fertilizante Químico	'Gran Enano' Suelo Ferralítico rojo	51 - 136	932 - 2456
Cachaza + Fertilizante Químico	'Gran Enano' Suelo Ferralítico	62-202	932 - 2898
Cachaza + Fertilizante Químico	'CEMSA 3/4' Suelo Pardo con Carbonato	15 - 78	390 - 2571

No debe descartarse el efecto inhibitor sobre el desarrollo de los nematodos, provocado por la materia orgánica, según criterio de algunos autores y su influencia positiva en la conformación de un sistema radicular vigoroso y sano.

En general los resultados obtenidos encuentran sólido apoyo en el reconocido efecto positivo del uso de la ceniza durante 200 años en EUA y Europa (Collings, 1968), y diversos autores con respecto al el uso de cachaza (Paneque, 1975; Medina, 1979). Estos resultados, por otra parte, son explicable si se tiene en cuenta la acción multifacética beneficiosa de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo, su enriquecimiento nutritivo al interactuar con los fertilizantes químicos y la protección, en estos últimos, de pérdidas improductivas a través de la formación de complejos órgano-minerales, incrementando su disponibilidad para la planta. Otro beneficio de la materia orgánica es el mejoramiento del régimen nutricional del suelo y estado nutricional de la planta respecto a Nitrógeno y Potasio, elementos claves de la nutrición del banano y plátano, vinculados a la síntesis proteica y de carbohidratos promotores del crecimiento, desarrollo y formación del racimo.

Entre las múltiples alternativas estudiadas (mulch, abono verde, pergamino de café, otros) nos referiremos, en especial, a los resultados obtenidos con el jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) y los residuos caseros, por su importancia para el movimiento nacional de «la popularización», que involucra todos los patios de casas, huertos escolares y fábricas con posibilidades para plantar banano y plátano y que actualmente comprende 20 000 hectáreas.

Cuadro N°. 4. Impacto del fertilizante químico solo y combinado con cachaza y ceniza sobre las propiedades del suelo (pardo con carbonatos)

Variantes	pH (H ₂ O)	Materia orgánica %	N total %	P205 ppm	K Meq/100 gr
Al inicio del experimento					
	7.3	1.55	0.12	27.4	0.80
Al finalizar del III Ciclo					
Testigo sin aplicación	7.5	1.58	0.13	27	0.74
Fert. Quím. +ceniza+ cachaza Fertilizante	8.3	2.86	0.25	40.6	1.29
Químico (solo)	6.9	0.85	0.09	42.4	1.50

El jacinto de agua está ampliamente distribuido en todas las presas y micro-presas de las empresas bananeras con elevada proliferación (un progenitor origina 600 descendientes en cuatro meses) y producción de 162 toneladas masa aérea seca y 58 de raíz seca por hectárea espejo.

El jacinto de agua tiene diversos usos, en el país, como material combustible en forma de “briquetas” (por los pescadores) y para confeccionar diversos productos artesanales (tapetes, cestos, carteras, etc.), y de ahí que su explotación integral, incluso como abono, represente una alternativa interesante. Los resultados para su empleo como abono en tres modalidades (material fresco, proce-

Cuadro N°. 5. Efecto de la cachaza sola y combinada con los fertilizantes químicos sobre las concentraciones de nutrimentos (Hoja III, floración) suelo Ferralítico rojo

en % de MS					
Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
Testigo	3.28	0.21	2.70	1.02	0.50
Cach1	3.25	0.22	2.80	1.11	0.46
Cach2	3.14	0.21	2.80	1.08	0.43
Cach3	2.53	0.22	2.97	1.02	0.41
N1 P1 K1	3.50	0.22	3.67	0.90	0.34
N2 P2 K2	3.09	0.20	4.40	0.84	0.30
N3 P3 K3	2.97	0.20	4.72	0.80	0.29
Cach1 N1 P1 K1		3.08	0.23	3.60	0.90 0.38
Cach2 N1 P1 K1		2.85	0.22	3.90	1.04 0.39
Cach3 N1 P1 K1		2.39	0.21	3.46	0.97 0.40
Cach1 N2 P2 K2		3.02	0.20	4.10	0.90 0.36
Cach2 N2 P2 K2		2.60	0.23	4.12	0.84 0.35
Cach3 N2 P2 K2		2.50	0.20	4.00	0.85 0.33
Cach1 N3 P3 K3		3.14	0.22	4.15	0.75 0.30
Cach2 N3 P3 K3		2.62	0.22	4.17	0.76 0.28
Cach3 N3 P3 K3		2.42	0.20	4.22	0.70 0.25

Cach1-Cach3 - 15 - 45 kg/unidad de producción de cachaza

N1 P1 K1 - N3 P3 K3 - 0.9 - 2.7 kg/ unidad de producción de 8-4-23

sado como humus de lombriz y ceniza) arrojaron los siguientes aportes en toneladas de N, P2 O5 y K2O, activos por hectárea espejo.

Material fresco	: 2.98 (N); 0.87 (P ₂ O ₅) y 6.64 (K ₂ O)
Humus	: 2.59 (N); 2.00 (P ₂ O ₅) y 7.4 (K ₂ O)
Ceniza	: 1.94 (P ₂ O ₅) y 13 (K ₂ O)

Los desechos caseros, junto con la ceniza, son sin duda la alternativa más asequible y económica para el movimiento de popularización. Su utilidad quedó plenamente demostrada en los estudios realizados en 10 patios donde se seleccionó 10 plantas con 10 de testigo.

Las aplicaciones mejoraron notablemente las propiedades del suelo más vinculadas al crecimiento y desarrollo del plátano (materia orgánica, Nitrógeno total y Potasio), con marcada repercusión en el rendimiento y sus componentes principales (Cuadro N°. 6).

Estos resultados se explican con los mismos argumentos utilizados en la discusión de los obtenidos para cachaza y ceniza con el mejoramiento del régimen nitrogenado y potásico y su repercusión en el crecimiento y conformación del racimo.

Avances en la generalización de los resultados

El programa de fertilización con predominio orgánico incide en todas las formas de producción del país, donde un 35% del área total pertenece al sector estatal y el 65% al sector privado, que a su vez incluye tres modalidades, a saber:

- * Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) dueños de la tierra, Unidades Básicas de Producción Cooperada (UBPC) con las tierras en usufructo, y las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), resultado de la unión de pequeños agricultores.

Hasta el presente los resultados se han generalizado en el 56 % del área total, de los cuales 22.2 % corresponde al sector estatal y 33.8 % al sector privado. Este grado de aplicación resulta muy satisfactorio si se tiene en cuenta el carácter reciente y la naturaleza y magnitud de las complejidades implícitas en un cambio brusco de una política de base química a una con predominio orgánico. A estos notables avances han contribuido en forma decisiva varios factores, estando entre los más importantes:

- * Grado de conciencia alcanzado sobre la importancia del uso de alternativas en el contexto contemporáneo y la implementación de áreas demostrativas de los resultados.

- * Empleo de una política basada en iniciativas regionales con los recursos propios de las empresas.

- * Accesibilidad de las fuentes alternativas (cercanía) a la empresa productora.

- * Existencia de una política estatal de precios preferenciales asequibles al productor.

- * Introducción de clones que garantizan gran masa foliar sana y que optimizan el máximo aprovechamiento y elaboración de sustancias formadoras del racimo ('FHIA 01, 02, 03 y 18', 'SH-3436', 'PELIPITA').

- * Perfeccionamiento de una esmerada cultura bananera en las actividades claves vinculadas al proceso nutricional.

Los resultados obtenidos y su exitosa aplicación permiten concluir que en Cuba no sólo están dadas las condiciones subjetivas y objetivas para la con-

Cuadro N°. 6. Efecto de las aplicaciones de ceniza y residuos caseros (cáscaras plátano, yuca, cítricos, otros) sobre las propiedades del suelo (pardo con carbonato). Información promedio (10 patios)

Tratamiento	pH	M.O. (%)	N total (%)	K ₂ O (Meq)	Ca (Meq)
Testigo (Sin aplicación)	7.1	1.9	0.12	0.65	20.1
Ceniza + residuos	7.7	3.9	0.23	2.50	22.5

Tratamiento	Peso racimo kg	Número de manos por racimo	Número de dedos por racimo	t/ha ¹
Testigo (Sin aplicación)	8.2	3.8	70	6.7
Ceniza + residuos	18.4	7.4	105	14.9

¹Siembras a 4 X 3 metros confirman la experiencia africana y N. W. Simmonds (1966)

solidación y avance perspectivo de una política de fertilización orgánica, conjuntamente con un uso racional del fertilizante químico, sino además para el triunfo de la política integral de producción de banano orgánico fundamentada en las siguientes medidas claves ya adoptadas y en otras programadas hasta el año 2002.

* Reducción sustancial del fertilizante químico y aplicación de alternativas orgánicas en el 56 % del área total.

* Reducción de la aplicación de sustancias nocivas en la lucha contra la Sigatoka en un 80% del área total y empleo de clones resistentes ('Burro CEMSA', 'PELIPITA', 'SH-3436' y 'FHIA' en un 27% de la misma en el año 2002).

* Reducción de aplicaciones de sustancias nocivas en la lucha contra el Picudo Negro y nematodos, y generalización de medios biológicos (*Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*) en todas las áreas, para el año 2002.

* Reducción de la aplicación de sustancias herbicidas nocivas en un 75 % del área total. Empleo de tracción animal, multiarado y azadón, así como la estrategia del autosombreado como herbicida universal.

Referencias

- BANANUKA, J. A. Y P. R. RUBALHAYO. 1994. Cultivo casero de bananos en Uganda. InfoMusa, vol. 3, N°. 2.
- BRAIDE, J. AND G. WILSON. 1980. Plantain decline: look at possible causes. *Paradisiaca* 4, 3-7.
- COLLINGS, G. H. 1969. Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y usos. Edición Cubana - Revolución. Instituto del Libro. Habana, Cuba.
- GUIJARRO, R. 1980. Investigaciones con relación al régimen nutrimental y fertilización del plátano en las condiciones de los suelos ferralíticos rojos. Tesis de Doctorado. ISCAH, Habana, Cuba
- HAGIHARA, H. 1975. Effect of cane trash mulching and filter cake incorporation on sugar cane. *Rep Haw sugar plantass* 33: 55-61.
- LAHAV, E. 1978. The effects of organic manure and combined fertilizer on the yield and nutrient content of banana sucker. *Plant nutrition, proc. 8th Intern. Colloq. Pl. anal and fert. Problems. Aucklnd, N. Z.* pp. 247-254.
- MEDINA, N. 1980. Efecto de la acidez del suelo y su enmienda sobre la producción de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en dos suelos ferralíticos. Tesis de Doctor, ISCAH, Habana. Cuba.
- ORELLANA, ROSA; MAGALY VALDES; ONEYDA HERNANDEZ Y P. L. QUINTERO. 1995. Consecuencias de la aplicación excesiva de fertilizantes minerales en el estado físico de los suelos. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, ACAO. 17-19, Mayo de 1995. p. 13.
- OSCHATZ, H. 1968. Nuevos conocimientos y experiencias en el abonamiento del plátano. *Actualidades técnico-científicas, Ing. Agron. N°. 7.* Habana, Cuba.
- PANEQUE, V. 1977. Utilización de la cachaza y el carbonato de Calcio en el mejoramiento de los suelos Gley ferralíticos concrecionarios dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Tesis de Doctorado. ISCAH, Habana, Cuba
- PINON, A. Y J. GODEFROY. 1973. Utilización de los residuos de la cáscara de café y cacao en el cultivo del plátano. *Fruits* 28
- RISHIRUMUHIRWA, T. 1997. Papel de los bananos en el funcionamiento de las fincas en los altiplanos de Africa oriental: aplicación al caso de la región de Kirmiru de Burundi. InfoMusa vol. 6, N°. 1.
- SAMUELS, G. Y P. LANDRAU. 1955. Filter press cake as fertilizer. *Sugar, J.* 18. 230-34.
- SIMMONDS, N. W. 1966. Los plátanos. Edición española. Editorial Blume. Barcelona, España.
- SWENNEN, R. 1984. A physiological study of the suckering behaviour in plantain dissertations of agriculture. Katho Lieke Universiteit te Leuven Falk Der Lanoban Wweten Schappenn.
- SWENNEN, R. 1990. Plantain cultivation under West African conditions, a reference manual, IITA, Ibadun, Nigeria.
- TARTE, R. 1994. Sostenibilidad y producción de banano para la exportación. Informa UPEB, año 17/ N°, 98.

Aplicaciones de las Micorrizas Arbusculares (MA) sobre plataneras micropropagadas

M. C. Jaizme-Vega¹

Introducción

Las micorrizas arbusculares constituyen el tipo más común de asociación micorrízica y está presente en la mayoría de especies con importancia agrícola.

El hongo coloniza las raíces modificando la morfología radical y desarrollando un micelio extramatricial que incrementa la capacidad de las plantas para adquirir nutrientes minerales del suelo. Estos simbioses son especialmente efectivos en la absorción de Fósforo, que transfiere al hospedador, incrementando la capacidad de la planta para acceder al depósito de fosfato soluble del suelo.

En la naturaleza, los hongos micorrícicos son parte integral de las plantas, a las que aseguran su crecimiento bajo distintas condiciones y ambientes. Los sistemas de producción vegetal en general, y la micropropagación en particular, eliminan los microorganismos de las plantas, entre los que se encuentran los hongos formadores de MA.

Un ancho rango de plantas con interés agronómico en nuestra región (plátano, papaya, tomate, vid, aguacate, piña tropical, otros) depende de las micorrizas para su óptimo crecimiento en suelos de determinados niveles de fertilidad. Los efectos de estos microorganismos no sólo tienen consecuencias sobre el desarrollo y la nutrición sino que además pueden incrementar la resistencia natural de las plantas en situaciones de desequilibrios bióticos (patógenos) o abióticos (estrés hídrico o salino, otros).

En los últimos años han sido estudiados y descritos por muchos autores los efectos de los hongos formadores de micorrizas sobre el desarrollo de las plantas con interés comercial. En general los cultivos frutales han recibido más atención que los hortícolas o los ornamentales.

¹Depto. Protección Vegetal de ICIA, Apdo. 60, 38200 La Laguna, Tenerife. Islas Canarias

En los sistemas de propagación basados en el empleo de patrones, esquejes, otros, se utiliza sustratos esterilizados con el fin de bajar las poblaciones de microorganismos patógenos, y las microplántulas de los sistemas *in vitro* son producidas en condiciones axénicas. Estas prácticas favorecen la aplicación de micorrizas, permitiendo la inoculación de hongos MA previamente seleccionados para las condiciones particulares de cada hospedador.

La micorrización y la micropropagación

La micropropagación es una técnica que usa cultivos vegetales estériles en la multiplicación de cultivares interesantes desde el punto de vista agronómico. Esta es una práctica fundamental para la propagación comercial a nivel de vivero de muchas clases de plantas y entre sus ventajas se puede destacar:

- * Propagación masiva de clones específicos
- * Producción de plantas con alta calidad, uniformes y libres de patógenos
- * Propagación clonal de grupos parentales para la producción de semillas híbridas
- * Disponibilidad de producción durante todo el año.

A pesar de todas estas aplicaciones beneficiosas, hay muchos problemas que limitan el uso extendido de esta técnica. La transferencia de plántulas *in vitro* a condiciones *ex vitro* es uno de los pasos más críticos del proceso de micropropagación.

Se ha registrado altos grados de mortalidad para ciertas plantas micropropagadas tras transferirlas a condiciones *ex vitro*, debido a las limitaciones para resistir el estrés de transplante, limitaciones que incluyen una cutícula poco desarrollada, estomas no funcionales, un hábito heterotrófico y un sistema radical débil (Vestberg y Estaún 1994; Elmeskaoui *et al.*, 1995). Con el fin de incrementar el crecimiento y el grado de supervivencia durante las fases de aclimatación, los estudios recientes se han centrado en el control de las condiciones ambientales del sistema de propagación.

Las plantas agrícolas normalmente multiplicadas por micropropagación suelen desarrollar relaciones micorrícicas y exhiben un alto grado de dependencia de esta simbiosis para su normal desarrollo (Nemec, 1986). Sin embargo, los métodos usados, no sólo para la fase *in vitro* (obviamente estériles) sino también para el subsiguiente crecimiento de las plántulas en sustratos para macetas o en semilleros desinfectados, normalmente carecen de propágulos de hongos MA. Debido a esto las plántulas deben ser inoculadas pronto en el proceso de micropropagación para que puedan alcanzar un crecimiento adecuado (Gianinazzi *et al.*, 1990). Esta información está siendo ampliamente difundida para integrar ambos sistemas biotecnológicos, la inoculación micorrícica y la micropropagación,

en lo relativo a especies de plantas de interés (Lovato *et al.*, 1995 y 1996).

Hay tres estadios de las plántulas en que potencialmente se puede realizar inoculación MA: (1) *in vitro*, durante la fase de enraizamiento, (2) *ex vitro*, inmediatamente después de la fase de enraizamiento, al principio del período de aclimatación y (3) *ex vitro*, después de la fase de aclimatación pero antes de empezar la post-aclimatación en condiciones de invernadero (Vestberg y Estaún, 1994).

Con respecto a la inoculación micorrízica *in vitro*, y considerando que la fase de enraizamiento normalmente tiene lugar en un medio basado en agar, es importante recordar que se ha estudiado intensamente la germinación de esporas y las primeras fases del desarrollo micelial de hongos MA en condiciones axénicas (Azcón-Aguilar y Barea, 1995).

Aunque se ha demostrado que la mayoría de las esporas germina fácilmente en medios con bajos contenidos de nutrientes, estos elevados contenidos pueden inhibir la germinación y crecimiento de las esporas.

En contraste con la inoculación *in vitro*, la inoculación es la fase en que las plántulas axenicamente propagadas eran transplantadas al sustrato para macetas aparentaba ser más fácil y prometedora (Ravolanirina *et al.*, 1989a; Schubert *et al.*, 1990).

La inoculación micorrízica *ex vitro* puede llevarse a cabo bien después de la fase de enraizamiento *in vitro*, en el principio de la etapa de aclimatación, o bien tras la aclimatación pero antes de la etapa de endurecimiento en condiciones de invernadero. Se ha publicado muchos estudios descriptivos de experimentos de este tipo (Vestberg y Estaún, 1994). Los cultivos de plantas micropropagadas inoculados con hongos MA, incluyen **viña** (Ravolanirina *et al.*, 1989b; Schubert *et al.*, 1990; Schellenbaum *et al.*, 1991), **frambuesa** (Varma y Schüepp, 1994), **platanera** (Jaizme-Vega *et al.*, 1991; Jaizme-Vega y Azcón, 1995), **piña tropical** (Jaizme-Vega y Azcón, 1991, 1995; Guillemín *et al.*, 1992, 1994; Varma y Schüepp, 1994), **fresa** (Niemi y Vestberg, 1992; Williams *et al.*, 1992; Vestberg *et al.*, 1994), patrones clonales de **peral y melocotonero** (Rapparini *et al.*, 1994), **pistacho** (Schubert y Mazzitelli, 1988), **kiwi** (Schubert *et al.*, 1992), patrones de **manzano y ciruelo** (Sbrana *et al.*, 1994), **aguacate** (Vidal *et al.*, 1992; Azcón-Aguilar *et al.*, 1992), **chirimoya** (Azcón-Aguilar *et al.*, 1994), patrones de **membrillo** (Calvet *et al.*, 1995), **manzana** (Branzanti *et al.*, 1992), y **hortensia** (Varma y Schüepp, 1994).

Comparando lo que tarda la inoculación al comienzo de la aclimatación, o al principio de la etapa de endurecimiento, se ha visto que en algunos casos, aunque la simbiosis se estableció en ambas fases, se produjo una mejor respuesta de la planta cuando la inoculación tenía lugar al principio de la etapa de endurecimiento

(Vidal *et al.*, 1992; Azcón-Aguilar *et al.*, 1992).

La inoculación *ex vitro* es obviamente más fácil que *in vitro*. Por lo tanto este es probablemente el método más adecuado para los viveros comerciales. Las diferencias en el crecimiento de la raíz y en el grado de desarrollo de las plantas estudiadas son importantes para elegir el momento de la inoculación. En una fase temprana *ex vitro* las plantas todavía poseen un cierto grado de heterotrofia, y la efectividad de la inoculación micorrícica depende del desarrollo de la autotrofia. Por lo tanto, como establecieron Vestberg y Estaún (1994), el protocolo de inoculación debe diseñarse para cada caso concreto. Para ese protocolo se debería considerar las siguientes variables: (1) grado de desarrollo de la raíz, (2) duración de los períodos de aclimatación y endurecimiento (cambio de hetero a autotrófico), y (3) objetivos de la inoculación MA (incrementar crecimiento, aumentar supervivencia, bajar los aportes de fertilizantes, aumentar la resistencia al estrés abiótico y biótico).

La selección del correcto hongo asociado es esencial para un eficiente desarrollo micorrícico en plantas micropropagadas (Guillemin *et al.*, 1992; Vestberg 1992; Lovato *et al.*, 1995).

La influencia de la raza del hongo sobre la eficiencia de la simbiosis también varía con el medio de crecimiento y con el régimen de fertilización. Con relación a esto, el sustrato de las plantas micropropagadas debe asegurar que el desarrollo de la simbiosis y la actividad de la planta se incrementen. Los sustratos usados normalmente son turba, perlita y vermiculita (Vestberg y Estaún, 1994). Calvet *et al.* (1992a,b) encontraron que ciertos tipos de turba y sustratos compuestos tenían un efecto negativo sobre el establecimiento de la simbiosis micorrícica, aunque ni la germinación de esporas ni el temprano crecimiento del micelio se vieron afectados.

Por otro lado, los medios para macetas deben incluir suelo esterilizado, que es un componente de los sustratos que normalmente mejora la formación de micorrizas en plantas micropropagadas (Gianinazzi *et al.*, 1990). Vidal *et al.* (1992) concluyeron que la simbiosis se debería establecer en mezclas de turba y arena, aunque las mezclas de suelo y arena eran más propensas para la colonización de los hongos MA en plantas micropropagadas de aguacate.

Schubert *et al.* (1990), también obtuvieron un buen establecimiento MA en viñas micropropagadas cultivadas en un medio basado en turba. Para platanera, nuestros resultados concluyen que una mezcla a partes iguales de turba, suelo y picón (arena volcánica) es el sustrato idóneo, tanto para el desarrollo de la planta como para favorecer la colonización del hongo micorrícico (Jaizme-Vega *et al.*, 1997).

Los fertilizantes de descomposición controlada, como el Osmocote, son de

especial interés para la micorrización de plantas micropropagadas debido a que el hongo MA parece que coopera bien con este tipo de fertilizantes con un aporte controlado de Fósforo (Williams *et al.*, 1992).

La micorrización y la micropropagación en platanera

Antecedentes bibliográficos

A pesar de los pocos trabajos realizados hasta el momento sobre las relaciones entre MA y platanera, la información disponible es homogénea en cuanto a sus conclusiones y coinciden en señalar los beneficios que esta simbiosis puede aportar al cultivo.

En la India, en condiciones naturales de cultivo, se ha detectado la presencia habitual de poblaciones de hongos micorrícicos (Iyer *et al.*, 1988; Girija y Nair, 1988).

Lin y Chang (1987) demostraron que la micorrización de material vegetal procedente de cultivo *in vitro* era ventajosa para el desarrollo de la planta. Otros autores (Lin y Fox, 1987; Knight, 1988) han estudiado los requerimientos nutricionales de la platanera evaluando los beneficios en la absorción de Fósforo y Nitrógeno que reporta la inoculación micorrícica. Rizzardi (1990) estudió el efecto de dos micorrizas Vesiculares Arbusculares (VA), *Glomus mosseae* y *Glomus monosporum*, sobre plantas micropropagadas del cultivar Gran Enana, destacando un mayor nivel de Fósforo en plantas micorrizadas que en los tratamientos control y en los tratamientos fertilizados sin micorriza. El autor sugiere que la efectividad de las micorrizas no sólo está relacionado con la mejora nutricional sino que están envueltos además procesos fisiológicos. Empleando también dos cepas de micorrizas distintas, *G. mosseae* y *G. geosporum*, Decklerk *et al.*, (1994) obtienen un incremento del crecimiento de platanera micropropagada inoculadas con MA, superior que las plantas no micorrizadas, atribuyendo esta mejoría al incremento de los contenidos en P y K de las plantas inoculadas. Jaizme-Vega *et al.*, (1991) trabajaron en condiciones de campo con *G. fasciculatum* y *G. mosseae* obteniendo un mayor porcentaje de infección y de peso en raíz en plantas inoculadas con *G. fasciculatum* frente a *G. mosseae* y al control. Otro estudio de la respuesta de varios cultivos tropicales y subtropicales, entre los que se encontraba la platanera, frente a cuatro tipos de Micorriza Vesicular Arbuscular (MVA), en condiciones de invernadero demostró claramente la ventaja de la micorrización durante la primera fase del desarrollo de la planta (Jaizme-Vega y Azcón, 1995).

Efectos sobre el desarrollo y la nutrición

En los últimos años, en el Departamento de Protección Vegetal del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias –ICIA– han sido abordados de modo sistemático los estudios sobre los efectos de la aplicación de estos hongos simbioses en las microplántulas de platanera, simulando las condiciones de cultivo de los sistemas de producción comercial. En dichos trabajos hemos evaluado el efecto de varios hongos MA (aislados nativos y cepas de colección) sobre el desarrollo y la nutrición de las variedades de platanera con interés local, durante las fases de enraizamiento y aclimatación de este cultivo. En todos los casos abordados la inoculación con todos los hongos formadores de micorrizas estudiados: *Glomus mosseae* (aislado local, Tenerife), *Glomus mosseae* (cepa de colección), *G. intraradices* (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries –IRTA–, Barcelona) y *Glomus* spp. (aislado local, Fuerteventura) incrementó el desarrollo y mejoró el estado nutricional de la platanera micropropagada al nivel de fertilización fosforada estudiado. Esta respuesta en el crecimiento apareció desde las primeras fases de desarrollo “post vitro” (Cuadros Nos. 1, 2, 3 y 4) y se hizo más evidente durante el periodo de endurecimiento (Tenoury, 1996; Sosa Hdez., 1997).

Las plántulas mostraron buena aptitud para la micorrización con los hongos empleados, si bien los diferentes aislados consiguieron distintos niveles de colonización, sin consecuencias importantes sobre los incrementos en el desarrollo. Estos resultados pueden compararse con los obtenidos por otros investigadores como Ling y Chang (1987), Rizzardi (1990), Jaizme y Azcón (1995) y Declerk *et al.* (1995) sobre plataneras con diferentes especies del género *Glomus* y en condiciones experimentales similares, confirmando los beneficios de la infección micorrízica en los primeros momentos del desarrollo “post vitro” de estas plantas. Son destacables los relativamente altos porcentajes de colonización con *Glomus intraradices* y *Glomus mosseae*–K alcanzados al finalizar el ensayo, si consideramos que la micorrización es generalmente inhibida en suelos con alto contenido en P (Smith, 1988). Aunque no es exactamente este el caso de nuestro ensayo (el contenido en P del sustrato de partida era 43.4 ppm Olsen), sí es excepcional entre los trabajos publicados hasta el momento, utilizar el plan de fertilización de un vivero comercial y conseguir un efecto micorriza significativo.

Los índices de dependencia micorrízica relativa (DMR) obtenidos en nuestras condiciones de fertilización (43.4 ppm de P Olsen de partida y abonado estándar de vivero comercial) fueron, al finalizar el ensayo, próximos al 50% con cualquiera de los hongos MA inoculados, a pesar de los diferentes porcentajes de colonización micorrízica exhibidos por estos endofitos durante el ensayo (Tenoury, 1996; Sosa Hdez., 1997).

Los DMR encontrados en nuestro trabajo son superiores a los descritos por Declerk *et al.* (1995) para el cultivar Gran Enana, aunque estos autores trabajaron con otras especies de *Glomus*. Cuanto mayor sea este índice, la dependencia de la planta del hongo MA es mayor, teniendo en cuenta el nivel de fertilidad en el que se ha ensayado (Plenchette *et al.*, 1983).

Estas ventajas se mantienen independientemente del cultivar estudiado (Gran Enana, Johnson, o Pequeña Enana), presentando aquí como más representativos los relativos al cv. Gran Enana. Estos resultados nos confirman las posibilidades de emplear la micorrización como práctica habitual en los sistemas comerciales de producción vegetal de esta especie.

Cuadro N°. 1. Efecto de *Glomus intraradices* (cepa de colección) y *Glomus spp.* (aislado nativo), sobre el desarrollo y la nutrición de plantas micropropagadas de platanera variedad Gran Enana, siete semanas después de la inoculación con los hongos MA (fase post vitro)

Tratamiento ¹	Peso fresco (g)			Nº de	Superficie	% de
	raíz	parte aérea	peso total	hojas	foliar (cm)	colonización
Control	2.48 a	5.30 b	7.77 b	4.70 b	101.63 b	-
<i>G. intraradices</i>	3.25 a	12.57 a	15.92 a	5.33 a	233.53 a	42
<i>Glomus spp.</i>	3.48 a	11.76 a	15.71 a	5.50 a	220.98 a	23

¹Medias de 10 repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Tukey ($P < 0.05$)

Cuadro N°. 2. Efecto de *Glomus intraradices* (cepa de colección) y *Glomus spp.* (aislado nativo), sobre el contenido en nutrientes de plantas micropropagadas de platanera variedad Gran Enana, siete semanas después de la inoculación con los hongos MA (fase post vitro)

Tratamiento ¹	Parte aérea	Contenido en nutrientes (mg/planta)		
	Peso seco (mG) ¹	N	P	K
Control	618 b	29.97 c	2.03 c	115.67 c
<i>G. intraradices</i>	1109 a	63.19 b	4.33 b	215.57 b
<i>Glomus spp.</i>	1075 a	91.82 a	6.21 a	237.35 a

¹Media de 10 repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Tukey ($P < 0.05$)

Cuadro N°. 3. Efecto de dos aislados de *Glomus mosseae* (cepa de colección LMSS y cepa nativa LMSS-K), sobre el desarrollo de plantas micropropagadas de platanera var. Gran Enana, nueve semanas después de la inoculación con los hongos MA (fase post vitro)

Tratamiento ¹	Peso fresco (g)			Número	Superficie	% de
	Raíz aérea	parte total	peso	hojas (cm)	foliar	coloni-zación
Control LMSS	1.04 b 1.75 b	2.66 b 3.52 b	3.76 b 5.39 b	3.33 a 3.50 a	43.12 b 59.54 b	- 51 ± 7.3
LMSS-K	4.23 a	7.27 a	11.59 a	3.66 a	132.78 a	76 ± 6.9

¹Media de seis repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$).

Cuadro N°. 4. Efecto de dos aislados de *Glomus mosseae* (cepa de colección LMSS y cepa nativa LMSS-K), sobre el contenido en nutrientes de plantas micropropagadas de platanera var. Gran Enana, nueve semanas después de la inoculación con los hongos MA (fase post vitro)

Parte aérea		Contenido en nutrientes (mg/planta)		
Tratamiento	Peso seco (mg) ¹	N	P	K
Control	240 b	4.44	0.55	15.8
LMSS	330 b	3.70	0.86	25.6
LMSS-K	640 a	6.50	1.28	54.2

¹Media de seis repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$).

Consecuencias sobre la arquitectura radical

El sistema radical de las plataneras micropropagadas consiste en una serie de raíces adventicias que se desarrollan directamente del cormo o tallo subterráneo. Estas raíces se ramifican formando las raíces de primer orden y estas a su vez las de segundo orden.

La reducción en longitud de las raíces adventicias acompañado por un incremento en cantidad, ya ha sido observado sobre otras monocotiledóneas en presencia de micorrizas, como es el caso del *Allium porrum* (Berta *et al.*, 1990).

Para evaluar los cambios morfológicos y topológicos que la micorrización induce en el sistema radical de las plántulas de platanera micropropagada, hemos inoculado con un hongo formador de MA y estudiado las raíces durante las primeras fases de desarrollo. Los primeros cambios en las raíces micorrizadas con respecto a los controles, se registraron a partir de los 40 días después de la inoculación (Jaizme-Vega *et al.*, 1994; García Pérez y Jaizme-Vega, 1997). Los hongos MA inducen un incremento en la ramificación del sistema radical, una reducción en la longitud de las raíces adventicias, y un mayor número de estas raíces por planta. Estas transformaciones permiten una raíz más densa, con un mayor poder de absorción de nutrimentos y capacidad de explorar los horizontes fértiles así como de anclar la planta al suelo del cultivo.

Interacción micorrizas-patógenos

En las condiciones de vivero y la posterior fase de campo las plataneras pueden encontrarse con una serie de patógenos de suelo que alteran su desarrollo y producción. En nuestras condiciones climáticas y edáficas los problemas patológicos más frecuentes son los derivados de la presencia de nematodos lesionadores o agalladores (*Pratylenchus goodeyi* y *Meloidogyne* spp.) y los producidos por el hongo vascular *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc), agente causal de la enfermedad conocida como Mal de Panamá.

Con el fin de conocer los efectos sobre el desarrollo de la planta de la interacción de los hongos MA con los patógenos comentados, hemos realizado una serie de estudios durante los últimos años, cuyos resultados resumimos a continuación.

Micorriza-Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Mal de Panamá)

Si revisamos la bibliografía sobre este tema, la información sobre la interacción de los hongos MA y los hongos patógenos del sistema vascular no es muy extensa, reflejando en numerosas ocasiones un incremento en la tolerancia de la planta hospedadora, o en una reducción de la enfermedad. En la mayoría de

los casos, la influencia de las MA sobre patologías vasculares puede atribuirse a una mejora en absorción de nutrimentos que a efecto directo del hongo.

El propósito de los ensayos fue estudiar la interacción de dos hongos formadores de MA, *Glomus intraradices* y *Glomus spp.*, con Foc sobre platanera micropropagada durante las primeras fases del desarrollo, y con un plan de abonado convencional para platanera en vivero comercial.

La inoculación con Foc redujo el porcentaje de colonización de los hongos MA, sin consecuencias para la expresión del efecto micorriza sobre el desarrollo y la nutrición de la planta (Cuadro N°. 5).

La presencia de los hongos MA modificó los síntomas externos relacionados con la enfermedad. Los daños visibles fueron menos intensos, particularmente los conocidos como oscurecimiento de peciolo y necrosis internervial. El resquebrajamiento del pseudotallo fue considerablemente reducido y no se presentaron casos de enanismo en las plantas micorrizadas.

La asociación entre las plantas de platanera y los hongos formadores de MA *Glomus intraradices* y *Glomus spp.* aumenta la tolerancia del hospedador a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, compensando los daños por el hongo patógeno por medio del incremento en el desarrollo de la planta (Jaizme-Vega y Hernández, 1994; Jaizme-Vega *et al.*, 1998).

El trabajo han permitido ampliar la lista de hospedadores y hongos patógenos capaces de beneficiarse de esta simbiosis, demostrando las posibilidades de empleo de hongos MA en sistemas de producción vegetal de platanera, con efectos positivos sobre desarrollo y nutrición de la planta, así como incrementando la tolerancia frente a un patógeno específico del cultivo, cuyos daños tienen importancia económica en zonas productoras de nuestro archipiélago.

Cuadro N°. 5. Area afectada del rizoma por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) y colonización radical por hongos MA en platanera micropropagada cultivar Gran Enana al fin de ensayo (cinco meses después de la micorrización y tres después de la inoculación con Foc)

Tratamiento ¹	Rizoma necrosado ² (%)		Colonización micorrizica (%)
	1/3	1/4	
FOC	36 a	57 a	-
<i>Glomus intraradices</i>	-	-	76 a
<i>Glomus spp.</i>	-	-	44 c
<i>Glomus intraradices</i> +Foc	19 a	39 b	56 b
<i>Glomus spp.</i> + Foc	25 a	42 b	23 d

¹Media de 12 repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Tukey (P< 0.05). Los datos han sido transformados en arcoseno para su análisis. ²Observaciones sobre cortes a distintos niveles en el rizoma (1/3 y 1/4)

Micorrizas-*Meloidogyne* spp.

Se ha estudiado en platanera las interacciones de *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* con diferentes hongos formadores de MA bajo distintas condiciones de fertilización fosforada (Jaizme-Vega *et al.*, 1997; Pinochet *et al.*, 1997).

En todas las combinaciones evaluadas se ha detectado que la interacción de los hongos MA con los nematodos agalladores aumenta la tolerancia del hospedador a *Meloidogyne*, compensando los daños causados por el nematodo mediante la reducción de la reproducción del patógeno, y el incremento en el desarrollo de la planta (Cuadros N°. 6 y 7).

La presencia de los nematodos no afecta el desarrollo de los hongos MA. Sin embargo, las plantas micorrizadas registran una reducción en el número de nematodos por gramo de raíz (Cuadro N°. 8).

Los mecanismos relacionados con la supresión de nematodos mediante la simbiosis son hasta ahora desconocidos, pero podría relacionarse con una competencia por el espacio o con cambios fisiológicos en la raíz que la hacen desfavorable como fuente de alimentación para los nematodos (Hussey y Roncadori,

Cuadro N°. 6. Efecto de dos aislados de *Glomus mosseae* (cepa de colección LMSS y cepa nativa LMSS-K), el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Mi) (5.000 nematodos/planta) y dos niveles de fertilización fosforada (P0 y P1), sobre el desarrollo de plantas micropropagadas de platanera var. Gran Enana

Tratamiento ¹	Peso fresco (g)		
	raíz	parte aérea	peso seco (g)
Control Po ²	89.0 d	217.7 f	21.42 e
Control P1	241.0 a	600.0 b	51.19 a
MI Po	79.5 d	148.9 g	15.86 f
MIP1	232.6 a	488.9 d	36.47 d
LMSS P0	150.9 c	541.5 cd	45.70 b
LMSS P1	192.5 b	655.0 a	45.43 b
LMSS-K P0	137.8 c	564.7 bc	46.01 b
LMSS-K P1	184.9 b	661.0 a	52.21 a
LMSS + MI P0	202.6 b	430.7 e	37.34 d
LMSS + MI P1	243.9 a	526.1 cd	39.81 cd
LMSS-K + MI P0	202.8 b	498.9 d	43.07 bc
LMSS-K + MI P1	241.2 a	538.0 cd	44.39 b

¹Media de 14 repeticiones. Dentro de cada columna, las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$).

²P0= fertilización con valores de Fósforo bajos (P1/4) P1= fertilización con valores de Fósforo normales para esta fase del cultivo.

1982). Este procedimiento representa una nueva estrategia para el manejo de los nematodos agalladores en platanera, durante las primeras fases de desarrollo del cultivo, cuando la planta es más susceptible a un ataque de estos nematodos.

Cuadro N°. 7. Efecto de dos aislados de *Glomus mosseae* (cepa de colección LMSS y cepa nativa LMSS-K), el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Mi) (5000 nematodos/planta) y dos niveles de fertilización fosforada (P0 y P1), sobre el número de hojas presentes y superficie foliar de platanera var. Gran Enana

Tratamiento ¹	Nº de hojas	Superficie foliar
Control Po ²	6.90 c	1422.5 d
Control P1	8.90 ab	2426.6 bc
MI Po	5.61 d	1143.5 e
MIP1	9.10 a	2422.2 bc
LMSS P0	9.23 a	2623.6 ab
LMSS P1	9.43 a	2783.9 a
LMSS-K P0	9.42 a	2588.2 ab
LMSS-K P1	9.40 a	2790.4 a
LMSS + MI P0	8.10 b	2263.0 c
LMSS + MI P1	8.80 ab	2438.4 bc
LMSS-K + MI P0	9.10 a	2539.8 ab
LMSS-K + MI P1	8.54 ab	2587.8 ab

¹Media de 14 repeticiones. Dentro de cada columna las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$).

²P0 = fertilización con valores de Fósforo bajos (P1/4) P1= fertilización con valores de Fósforo normales para esta fase del cultivo

Micorrizas-*Pratylenchus goodeyi*

Se ha estudiado el efecto de la interacción de tres hongos formadores de micorrizas y el nematodo lesionador *Pratylenchus goodeyi* sobre platanera micropropagada durante las primeras fases de desarrollo (Jaizme-Vega y Pinochet, 1998).

Nuestro trabajo concluyó que la aplicación de los hongos formadores de micorrizas durante la fase “post vitro” de esta especie es beneficiosa para el desarrollo de la planta, compensando los daños causados por los nematodos lesionadores mediante un incremento en la nutrición y una reducción de las lesiones originadas por *Pratylenchus* en las raíces (Cuadro N°. 9).

Desde el punto de vista práctico, la micorrización puede complementar las estrategias para el control de los nematodos lesionadores presentes en la mayoría de los suelos dedicados a este cultivo en las Islas Canarias.

Cuadro N°. 8. Reproducción de *Meloidogyne incognita* y colonización micorrícica de dos aislados de *Glomus mosseae* (cepa de colección LMSS y cepa nativa LMSS-K), sobre raíz de platanera micropropagada var. Gran Enana, siete meses después de la micorrización y cuatro después de la inoculación con 5000 nematodos por planta

Tratamiento	Peso raíz	Nº agallas por g	Nº de agallas por planta	% superficie radical agallado ³	% colonización
MIPo ²	79.5 c	4.31 a	279.23 c	100	-
MIP1	232.6 a	3.89 a	754.05 a	90	-
LMSS P0	-	-	-	-	86 a
LMSS P1	-	-	-	-	50 c
LMSS-K P0	-	-	-	-	82 a
LMSS-K P1	-	-	-	-	68 b
LMSS + MI P0	202.6 b	2.24 bc	345.40 bc	52	88 a
LMSS + MI P1	243.9 a	1.54 c	300.32 c	36	58 bc
LMSS-K + MI P0	202.8 b	2.31 bc	367.60 bc	54	81 a
LMSS-K + MI P1	241.2 a	2.75 b	521.13 b	64	67 b

¹Media de 14 repeticiones. Dentro de cada columna las cifras seguidas de una misma letra no son estadísticamente significativas aplicando el Test de Newman-Keuls ($P < 0.05$). Los porcentajes de colonización MA fueron transformados a arcoseno para su análisis.

²P0= fertilización con valores de Fósforo bajos (P1/4); P1= fertilización con valores de Fósforo normales para esta fase del cultivo.

³El agallamiento fue establecido en función del porcentaje del total del sistema radical agallado: desde 0 = sin agallas, a 100 = totalmente agallado (Barker, 1985).

Cuadro N°. 9. Reproducción de *Pratylenchus goodeyi* y colonización micorrícica de la raíz por aislados de *Glomus intraradices*, *G. aggregatum* y *G. mosseae* en combinación con el nematodo en banana cv. ‘Grand Naine’ 10 meses después de la inoculación con el hongo MA y ocho meses después de la inoculación con 2000 nematodos por planta

Tratamiento ¹ colonización	Índice lesión raíz (%) ²	Población final nema- todos en raíz	Nematodos por g de raíz	Porcentaje MA
	S	NS	NS	S
<i>Pratylenchus goodeyi</i> (Pg)	23 a		830	—
<i>Glomus intraradices</i> + Pg	13 b	214 610	510	32 b
<i>G. aggregatum</i> + Pg	15 b	319 830	640	34 b
<i>G. mosseae</i> + Pg	4 c	285 900	740	47 a

¹Los datos son medias de 15 repeticiones. Los valores en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey ($P < 0.05$). Los datos actuales se presentan para reproducción de nematodos basados en el $\log_{10}(x+1)$ valores transformados para su análisis. Los porcentajes del índice de lesiones de raíz y de la colonización MA se transformaron a arcoseno para su análisis. NS = no significativo.

²Índice de lesiones de la raíz basados en porcentaje de tejido de raíz lesionado (Pinochet, 1988).

Conclusión

Los hongos MA forman parte de los suelos naturales y de aquellos agrícolas con un manejo racional y respetuoso. Su presencia en las raíces de los cultivos garantiza el crecimiento y la nutrición de los mismos, así como un desarrollo equilibrado del sistema radical, imprescindible para superar las primeras fases de establecimiento y capaz de incrementar de modo efectivo la tolerancia frente a los ataques de patógenos de suelo. En el caso concreto de un cultivo del plátano, los datos expuestos y discutidos en los diferentes apartados del presente trabajo garantizan las ventajas de utilizar optimamente este recurso biotecnológico en los sistemas de agricultura orgánica de este cultivo.

Referencias

- AZCON-AGUILAR C., A. BARCELO, M. T. VIDAL Y G. DE LA VIÑA. 1992. Further studies on the influence of mycorrhizae on growth and development of micropropagated avocado plants. *Agronomie*, 12: 837-840.
- AZCON-AGUILAR C., C. L. ENCINA, R. AZCON Y J. M. BAREA. 1994. Mycotrophy of *Annona cherimola* and the morphology of its mycorrhizae. *Mycorrhiza*, 4: 161-168.
- AZCON-AGUILAR C. Y J. M. BAREA. 1995. Saprophytic growth of arbuscular mycorrhizal fungi. En: "Mycorrhiza Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology". (Eds. A. Varma y B. Hock). Springer-Verlag, Heidelberg. pp: 391-407.
- BERTA, G., A. FUSCONI, A. TROTTA Y A. SCANNERINI. 1990. Morphogenetic modifications induced by the mycorrhizal fungus *Glomus* strain E3. in the root system of *Allium porrum* L. *New Phytologist* 114: 207-215.
- BRANZANTI B., V. GIANINAZZI-PEARSON Y S. GIANINAZZI. 1992. Influence of phosphate fertilization on the growth and nutrient status of micropropagated apple infected with endomycorrhizal fungi during the weaning stage. *Agronomie*, 12: 841-846.
- CALVET C., V. ESTAUN Y A. CAMPRUBI. 1992a. Germination, early mycelial growth and infectivity of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus in organic substrates. *Symbiosis*, 14: 405-411.
- CALVET C., J. M. BAREA Y J. PERA. 1992b. In vitro interactions between the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and some saprophytic isolated from organic substrates. *Soil Biology and Biochemistry* 24: 775-780.
- CALVET C., J. PINOCHET, A. CAMPRUBI Y C. FERNANDEZ. 1995. Increased tolerance to the root lesion nematode *Pratylenchus vulnus* in mycorrhizal micropropagated BA-29 quince rootstock. *Mycorrhiza*, 5: 253-258.
- DECLERCK, S., B. DEVOS, B. DELVAUX Y C. PLENCHETTE. 1994. Growth response of micropropagated banana plant to VAM inoculation. *Fruits* 49(2):103-109.
- DECLERCK, S., C. PLENCHETTE, & D. G. STRULLU, 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant and Soil* 176: 183-187.
- ELMESKAOUI A., J. P. DAMONT, M. J. POULIN, Y. PICHE Y Y. DESJARDINS. 1995. A tripartite culture system for endomycorrhizal inoculation of micropropagated strawberry plantlets in vitro. *Mycorrhiza*, 5: 313-319.
- GARCÍA PÉREZ, J. Y M. C. JAIZME-VEGA. 1997. Influence of infection by mycorrhizal fungus *Glomus* intraradices on plant growth and root development of Grande Naine banana. International Symposium on Banana in the Subtropics. 10-14 Noviembre. Puerto de la Cruz, Tenerife, Islas Canarias.
- GIANINAZZI S., V. GIANINAZZI-PEARSON Y A. TROUVELOT. 1990. Potentialities and procedures for the use of endomycorrhizas with special emphasis on high value crops. En: «Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth». (Eds. J. M. Whipps y B. Lumsden). Cambridge University Press, Cambridge. pp: 41-54.
- GUILLEMIN J. P., S. GIANINAZZI Y A. TROUVELOT. 1992. Screening of VA endomycorrhizal fungi for establishment of micropropagated pineapple plants. *Agronomie*, 12: 831-836.
- GUILLEMIN J. P., S. GIANINAZZI, V. GIANINAZZI-PEARSON Y J. MARCHAL. 1994. Contribution of arbuscular mycorrhizas to biological protection of micropropagated pineapple (*Ananas comosus* (L) Merr.) against *Phytophthora cinamomi* Rands. *Agric. Sci. Finl.* 3: 241-251.
- GIRJA, V. K. Y S. K. NAIR. 1988. Incidence of VAM in banana varieties. *Indian Journal of Microbiology* 28(3-4): 294-295.
- HUSSEY, R. S. Y R. W. RONCADORI. 1982. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Disease* 66: 9-14.
- IYER, R., H. MOOSA Y R. KALPANA. 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizal association in banana. *Current Science* 57(3): 153-155.
- JAIZME-VEGA M. C. Y R. AZCON. 1991. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr) in the Canary Island. *Fruits*. 46(1): 47-50.
- JAIZME-VEGA M. C. Y R. AZCON 1995. Response of some tropical and subtropical cultures to endomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 5: 213-217.
- JAIZME-VEGA, M. C., G. BERTA AND S. GIANINAZZI. 1994. Effect of *Glomus* intraradices on root system

- morphology of micropropagated banana plants. Fourth European Symposium on Mycorrhizas. Granada. 11-14 Julio.
- JAIZME-VEGA M. C., V. GALAN Y J. CABRERA. 1991. Preliminar results of VAM effects of banana under field conditions. *Fruits*. 46: (1): 19-22.
- JAIZME-VEGA, M. C., Y J. HERNÁNDEZ, 1994. Interacción de hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) con *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense en platanera. VII Congreso, Soc. Española de Fitopatología. 18-21 October; (Sitges) Barcelona: 47.
- JAIZME-VEGA, M. C. Y J. PINOCHET. 1997. Growth response of banana to three mycorrhizal fungi in *Pratylenchus goodeyi* infested soil in the Canary Islands. *Nematropica* 27(1):69-76.
- JAIZME-VEGA, M. C., B. SOSA-HERNÁNDEZ, Y. J. HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, 1998. Efecto de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (FOC) en platanera micorrizada bajo dos niveles de fertilización fosforada. *Acta Horticulturae* (en prensa).
- JAIZME-VEGA, M. C., P. TENOURY, J. PINOCHET, Y M. JAUMOT, 1997. Interaction between the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and the mycorrhizal association of *Glomus mossae* and *Grand Naine* banana. *Plant and Soil* 196: 27-35.
- KNIGHT, S. 1988. The phosphorus nutrition of bananas with special emphasis on VA mycorrhizal fungi and the effect of nitrogen. *Banana Newsletter* 11:18.
- LIN, M. Y R. FOX. 1987. External and internal P requirements of mycorrhizal and non-mycorrhizal banana plants. *Journal of Plant Nutrition* 10(9-16): 1341-1348.
- LIN, CH. Y D. C. N. CHANG. 1987. Effect of three *Glomus* endomycorrhizal fungi on the growth of micropropagated banana plantlets. *Trans. Mycol. Soc. Rep. China* 2(1): 37-45.
- LOVATO P. E., H. SCHÜEPP, A. TROUVELOT Y S. GIANINAZZI. 1995. Application of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in orchard and ornamental plants. En: "Mycorrhiza Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology". (Eds. A. Varma y B. Hock). Springer-Verlag, Heidelberg. pp: 521-559.
- LOVATO P. E., V. GIANINAZZI-PEARSON, A. TROUVELOT Y S. GIANINAZZI. 1996. The state of art of mycorrhizas and micropropagation. *Adv. Hortic. Sci.* 10: 46-52.
- NEMEC S. 1986. VA mycorrhizae in horticultural systems. En: "Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants". (Ed. G. R. Safir). CRC, Boca Raton, FL. pp: 193-211.
- NIEMI M. Y M. VESTBERG. 1992. Inoculation of commercially grown strawberry with VA mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 144: 133-142.
- PINOCHET, J. 1988. A method for screenig bananas and plantains to lesion forming nematodes. En: *Nematodes and the weevil borer in bananas. Present status of research and outlook*. INIBAP. Montpellier, Francia. 102pp.
- PINOCHET, J. C. FERNÁNDEZ, M.C. JAIZME-VEGA Y P. TENOURY. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. *HortScience* 32(1):101-103.
- PLENCHETTE C., J. A. FORTIN, & V. FURLAN, 1983. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate phosphorus fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. *Plant and Soil* 70: 199-209.
- RAPPARINI F., R. BARALDI, C. BERTAZZA, B. BRANZANTI Y S. PREDIERI. 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation of micropropagated fruit trees. *J. Hortic. Sci.* 69: 1101-1109.
- RAVOLANIRINA F., B. BLAL, S. GIANINAZZI Y V. GIANINAZZI-PEARSON. 1989a. Mise au point d'une méthode rapide d'endomycorhization de vitroplants. *Fruits*, 44: 165-170.
- RAVOLANIRINA F., S. GIANINAZZI, A. TROUVELOT Y M. CARRE. 1989b. Production of endomycorrhizal explants of micropropagated grapevine root-stocks. *Agric. Ecosyst. Environ.* 29: 323-327.
- RIZZARDI, V., 1990. Effect of inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micro-propagated *Musa acuminata* clone "Grand Nain". *Rev. Agric. Subtropicale e Tropicale* 84(3): 473-484.
- SANDERS F. E. Y P. B. TINKER. 1971. Mechanism of absorption of phosphate from soil by *Endogone* mycorrhizas. *Nature*, 233: 278-279.
- SBRANA C., M. GIOVANNETTI Y C. VITAGLIANO. 1994. The effect of mycorrhizal infection on survival and growth renewal of micropropagated fruit rootstocks. *Mycorrhiza*, 5: 153-156.

- SHELLENBAUM L., G. BERTA, F. RAVOLANIRINA, B. TISSERANT, S. GIANINAZZI Y A.H. FITTER. 1991. Influence of endomycorrhizal infection on root morphology in a micropropagated woody plant species (*Vitis vinifera* L.). *Ann. Bot.* 68: 135-141.
- SCHUBERT A. Y A. MAZZITELLI. 1988. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on growth of in vitro propagated *Pistacia integerrima*. *Acta Hort.* pp: 441-443.
- SCHUBERT A., M. MAZZITELLI, O. ARIUSSO Y I. EYNARD. 1990. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on micropropagated grapevines: Influence of endophyte strain, P fertilization and growth medium. *Vitis*, 29: 5-13.
- SCHUBERT A., C. BODRINO Y L. GRIBAUDO. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) micropropagated plants. *Agronomie*, 12: 847-850.
- SMITH, G. S., 1988. The role of phosphorus nutrition in interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi with soilborne nematodes and fungi. *Phytopathology*. 78: 371-374.
- SOSA HDEZ., B. 1997. Estudio de la interacción de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) y el patógeno vascular *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* sobre platanera en fase de vivero. Proyecto de Fin de Carrera. Universidad de La Laguna. Centro Superior de Ciencias Agrarias. 155 pp.
- TENOURY DOMINGUEZ, P. 1996. Estudio de la interacción del hongo formador de micorrizas arbusculares (MA) *Glomus mosseae* y el nematodo agallador *Meloidogyne incognita* en platanera. Proyecto de Fin de Carrera. Universidad de La Laguna. Centro Superior de Ciencias Agrarias. 159 pp.
- VARMA A. Y H. SCHÜEPF. 1994. Infectivity and effectiveness of *Glomus intraradices* on micropropagated plants. *Mycorrhiza*, 5: 29-37.
- VESTBERG M. 1992. The effect of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation on the growth and root colonization of ten strawberry cultivars. *Agric. Sci. Finl.* 1: 527-535.
- VESTBERG M. Y V. ESTAUN. 1994. Micropropagated plants, an opportunity to positively manage mycorrhizal activities. En: "Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. Birkhäuser, Basel. pp: 217-226.
- VESTBERG M., H. PALMUJOKI, P. PARIKKA Y M. UOSUKAINEN. 1994. Effect of arbuscular mycorrhiza on crown rot (*Phytophthora cactorum*) in micropropagated strawberry plants. *Agric. Sci. Finl.* 3: 289-295.
- VIDAL M. T., C. AZCON-AGUILAR, J. M. BAREA Y F. PLIEGO-ALFARO. 1992. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropropagated plants of avocado. *HortScience*, 27: 785-787.
- WILLIAMS S. C. K., M. VESTBERG, M. UOSUKAINEN, J. C. DODD Y P. JEFFRIES. 1992. Effects of fertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi on the post-vitro growth of micropropagated strawberry. *Agronomie*, 12: 851-857.

Propiedades y manejo de suelos en relación con la producción sostenible de banano ambientalmente amigable

Bruno Delvaux¹, Stéphane Declerck² y Stéphane Schadeck¹

Introducción

Los bananos son cultivados tanto en áreas tropicales como subtropicales y mediterráneas, bajo diferentes sistemas, los cuales generan rendimientos que van desde las siete hasta las 70 t/ha por año. A nivel mundial la diversidad de sistemas de cultivo del banano es extremadamente importante (Robinson, 1995) pues comprenden al banano como monocultivo y por sistemas mixtos que involucran banano, árboles frutales y maderables así como productos alimenticios (cereales y tubérculos, otros). Los sistemas de cultivo tradicionales y ambientalmente conservadores podrían ya no ser sostenibles debido al incremento en la densidad de población, mientras que los sistemas con alta demanda de insumos pueden ocasionar una rápida degradación del ambiente.

La diversidad de suelos es también altamente importante: los bananos son cultivados en suelos *Andisoles*, muy fértiles, derivados de cenizas volcánicas recientes (islas del Caribe, Camerún, América Central y América del Sur); en suelos ferralíticos antiguos con baja fertilidad natural (Africa del Este y del Oeste y América del Sur) y en una gran variedad de otros suelos (Delvaux, 1995).

Ante esa diversidad técnica y ecológica se debe proponer lineamientos que establezcan el fundamento científico para manejar los suelos dedicados al cultivo del banano en una forma sostenible y ambientalmente amigable. Sin embargo, la investigación sobre fertilidad del suelo es claramente necesaria para responder a la demanda de una producción agrícola sostenible (Scholes *et al.*, 1994). Este es el caso particular de los bananos como cultivos con altas demandas nutricionales y de agua.

¹Unité Sciences du Sol, Université Catholique de Louvain, Place Croix du Sud, 2/10, 1348 Louvain-laNeuve, Belgium. E-mail: delvaux@pedo.ucl.ac.be

²Unité de Microbiologie, Université Catholique de Louvain, Place Croix du Sud, 2/10, 1348 Louvain-laNeuve, Belgium

Se propone, por tanto, identificar las más importantes propiedades del suelo en sincronía con las demandas de la planta y el suministro nutricional y de agua. Teniendo esto como base el presente documento enfocará (1) el fundamento científico para adaptar las prácticas de manejo de suelos buscando mejorar la sincronía demanda-suministro y la preservación del medio ambiente; (2) el papel de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en estos aspectos, y (3) identificar necesidades de investigación futuras.

Satisfacción de las demandas de la planta y temas ambientales

Los bananos utilizan considerables cantidades de agua y nutrimentos minerales para su crecimiento y producción de fruta (Robinson, 1995; Lahav, 1995). El Cuadro N°. 1 muestra los volúmenes de agua y nutrimentos minerales que son inmovilizados por una planta de banano de alto rendimiento durante un ciclo de cultivo. Es notable el elevado consumo de agua, Nitrógeno y particularmente Potasio. Sólo una parte de los nutrimentos inmovilizados es exportada por la cosecha del racimo: las masas de minerales inmovilizadas para producir una tonelada de fruta llegaría a 4.3 (kg) de N y 15.8 de K; de estos, 1.63 de N y 4.83 de K son tomados por el racimo. En sistemas de cultivo de alto rendimiento tales requerimientos se satisfacen mediante fertilización intensiva pero también por la aplicación de insecticidas que protejan las raíces contra parásitos y patógenos del suelo, los que podrían reducir la eficiencia de la raíz para adquirir agua y nutrimentos. Puesto que los bananos son cultivados usualmente en áreas tropicales húmedas cuyas precipitaciones anuales exceden la evapotranspiración potencial, se podría esperar una alta pérdida de fertilizantes y plaguicidas debido a escorrentías y a infiltración. Sin embargo existen pocos datos experimentales disponibles sobre la determinación de cantidades de fertilizantes y plaguicidas que se pierden por escorrentía y lixiviación en áreas bajo cultivo y su impacto en la contaminación de las aguas y suelos de sus respectivas cuencas. No obstante, estudios anteriores compilados por Godefroy (1992) muestran la gran magnitud de la pérdida de fertilizantes en sistemas de cultivo intensivo de banano así como la necesidad de racionalizar su aplicación de acuerdo con las condiciones climáticas y de suelos.

Las consideraciones teóricas sugerirían que los objetivos del mejor manejo deberían ser:

- * Satisfacer las demandas de la planta para lograr una producción sostenible;
- * Evitar pérdidas de fertilizantes/plaguicidas para preservar el ambiente y mejorar la tasa costo/beneficio.

Cuadro N°. 1. Promedio de inmovilización de agua y minerales de una planta de banano Gran Enano con un nivel de rendimiento de 60-75 t/ha (etapa de cosecha, raíces excluidas) (adaptado de Lahav, 1995)

	planta completa	fruto
Peso fresco (kg)	175	63
Masa de agua (kg)	137	31
Nutrientes		
minerales (g)		
N	175	63
K	647	185
P	18	7.5
Ca	96	4.5
Mg	38	10
S	17	7.5
Mn	9	0.6
Fe	5	0.7

Conforme a lo anterior, mejorar la sincronía del suministro nutrimento/agua y de las demandas de la planta sería una herramienta clave para el manejo, lo cual debe basarse en los parámetros específicos del lugar (Myers *et al.*, 1994). Con respecto al agua y a los nutrientes, su suministro depende del porcentaje de concentración de nutrientes en la solución del suelo, de la disponibilidad de agua y el volumen de suelo explorado por las raíces activas, en tanto que la demanda de la planta está en función de sus necesidades en cada etapa fisiológica y de la demanda de evaporación. La captación de nutrientes dependerá del radio de las raíces, de su longitud, del promedio de concentración de nutrientes alrededor de la superficie de las raíces, de la eficiencia de transporte de nutrientes a lo largo de la membrana radicular y del tiempo de absorción de los nutrientes.

Las propiedades del suelo son parámetros-sitio específicos muy importantes, pues influyen grandemente en las características de la raíz y en la disponibilidad de nutrientes. A continuación se ilustra sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Propiedades físicas del suelo

En varios documentos se ha informado sobre la alta sensibilidad de las raíces de banano al estrés físico, tal como exceso o déficit de agua, deficiencia de O_2 y resistencia mecánica a la penetración de la raíz. La impedancia mecánica es particularmente restrictiva al desarrollo de la raíz.

En efecto, la densidad de la raíz del banano disminuye con el incremento en la densidad de volumen del suelo (*i. e.* disminución de la porosidad del suelo) pero esa relación depende tanto del tipo de suelo como de las prácticas de labranza (Delvaux, 1995). Bajo cero labranza, la distribución de la raíz es homogénea y profunda (hasta 80-100 cm) para un *Andisol* franco, en tanto que está limitado a los primeros 40 cm en un suelo *Cambisol* arcilloso debido al subsuelo denso (Fig. 1a.). Sin embargo, la profundidad de las raíces es muy limitada en los *Andisoles* francos compactados por prácticas dañinas de labranza aplicada durante largos períodos, como las de arado de discos (Fig. 1b.).

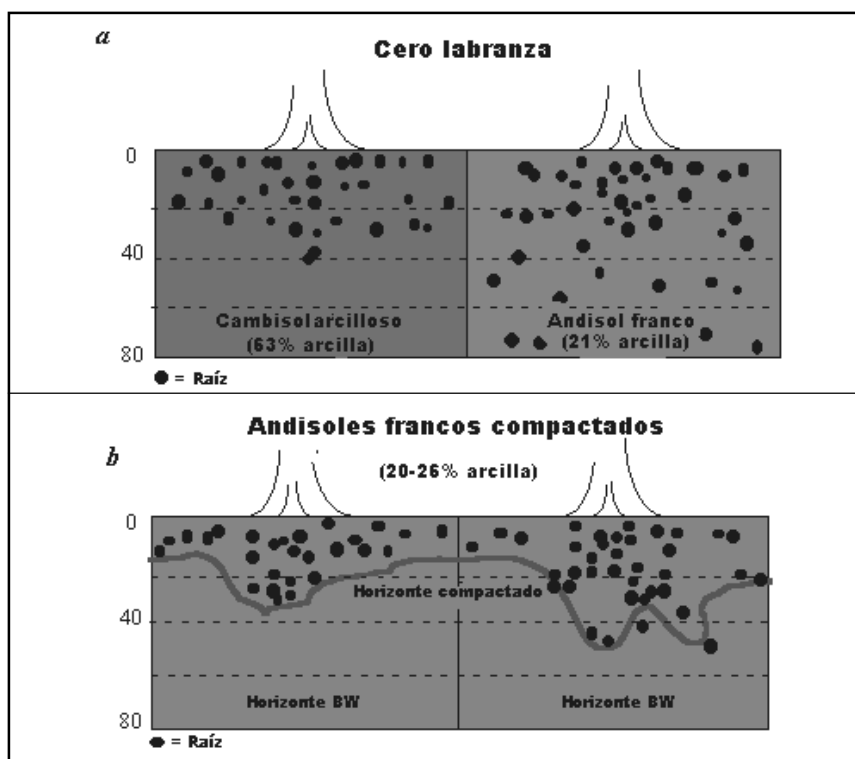


Figura 1. Perfiles de raíces de banano (etapa de floración) en suelos con cero labranza (a) y en *Andisoles* fuertemente compactados por el arado de discos (b).

La profundidad de las raíces también se ve muy limitada por la insuficiencia de O_2 asociado con la presencia de un nivel freático que se debe mantener bajo los 120 cm de profundidad (Stover & Simmonds, 1987). Experimentos de laboratorio aún no publicados y concluidos en la Universidad Católica de Lovaina – UCL– muestran que cuando se corta el suministro de O_2 en el ambiente de la raíz se detiene rápidamente la captación de agua y de nutrientes y disminuye significativamente la producción de biomasa en plantas micropropagadas de Gran Enano. La deficiencia de agua también produce un fuerte efecto depresivo en el crecimiento de las raíces (Delvaux, 1995 y referencias incluidas). Las raíces de banano extraen agua de succión del suelo únicamente en valores bajos, y la humedad del suelo debe mantenerse constante cerca de la capacidad del campo para evitar estrés por agua (Robinson, 1995).

Desde un punto de vista físico las propiedades más importantes del suelo son: la extensión del volumen de suelo efectivo (*i. e.* explorado por las raíces activas), el almacenamiento de agua a capacidad del campo, la porosidad del suelo y particularmente un balance adecuado entre macroporos y poros más finos para garantizar un suministro adecuado de agua y de O_2 . Dichas propiedades están muy relacionadas con el tipo de suelo y específicamente con sus componentes. Por ejemplo, los sistemas radicales de banano excepcionalmente profundos y los cultivos de alto rendimiento se dan generalmente en suelos bien fertilizados, libres de gravas *Andisoles* porosas y en los cuales la materia orgánica y la alófana interactúan en agregados estructurales estables.

En suelos arcillosos se espera que prácticas de labranza adecuadas y el suministro de agua promuevan el desarrollo de las raíces e incrementen el peso del racimo. En un experimento cruzado muy interesante, Brisson *et al.*, (1998) mostraron claramente que un riego adecuado y un arado profundo incrementan significativamente el número de dedos del racimo. No obstante, ambas prácticas no tuvieron ningún efecto en la Densidad de Longitud de la Raíz (DLR).

Sin importar la combinación del tratamiento (riego, cultivo de temporal, arado superficial, arado profundo), los valores máximos DLR registraron un rango similar entre 0.10-12 cm^{-3} . Estos valores son muy bajos con relación a otros cultivos como los cereales (DLR = 0.5 cm^{-3}), lo que sugiere una marcada debilidad del sistema radical del banano comparado con otros cultivos. Esas observaciones sugieren que las prácticas de manejo cuyo objetivo es incrementar el volumen de suelo explorado y proveer un suministro adecuado de agua podrían ser mejor valorados utilizando plantas con sistemas radicales mejorados. De modo sorprendente, y a pesar de los altos requerimientos de agua y nutrientes, elevar la DLR de las raíces de banano casi no ha sido considerado en los programas de mejoramiento de banano a nivel internacional.

Propiedades químicas del suelo

El balance catiónico del suelo es muy importante para la nutrición del banano con K-Mg (Lahav, 1995). La literatura ofrece distintos valores en cuanto a la proporción de cationes, aunque particularmente para los niveles críticos de K en el suelo (Delvaux, 1995). Esas discrepancias se explican por el hecho de que los suelos estudiados son muy diferentes ya que tienen niveles distintos de Ca, reservas minerales y habilidades para almacenar iones K^+ que los protegen contra la lixiviación. A pesar de que el K es un nutriente primordial para el banano, su comportamiento físico-químico y su susceptibilidad a la lixiviación sólo han sido caracterizados en unas cuantas áreas cultivadas (Godefroy, 1992; Delvaux *et al.*, 1989; Fontaine *et al.*, 1989). El trabajo de Godefroy y colaboradores fue realmente pionero (Godefroy, 1992 y Ref.). Algunos de sus datos se presentan en Fig. 2 y se refieren a un *Andisol* perhidratado y a un

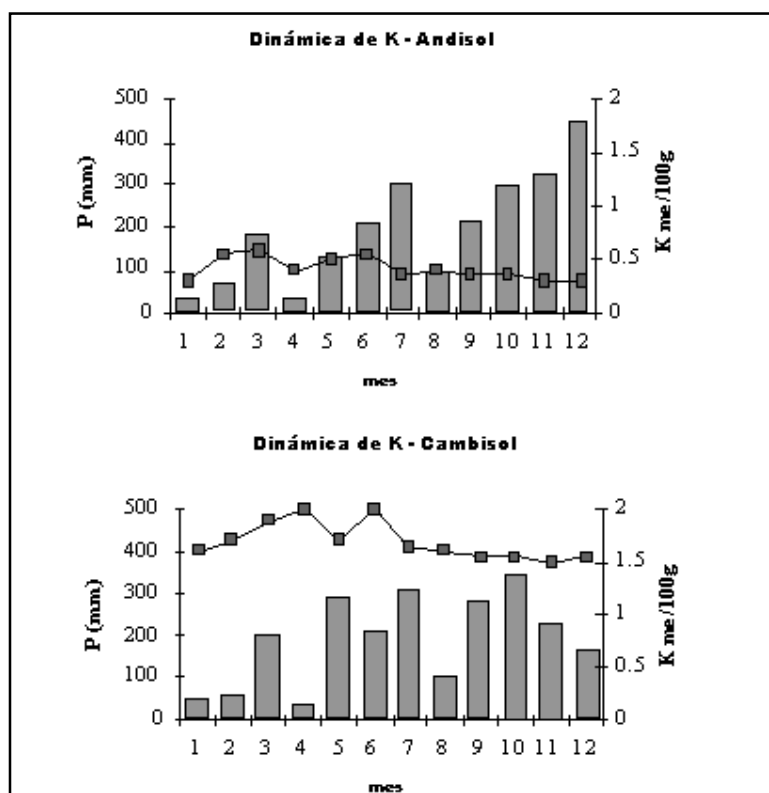


Fig. 2. Precipitación mensual (barras: P, mm) y nivel de K intercambiable (cuadros: meq/100 g de suelo) en un *Andisol* perhidratado y en un *Cambisol* arcilloso en plantaciones de banano con fertilización idéntica de N y K

Cambisol arcilloso.

Las dinámicas de K fueron estudiadas durante 12 meses en plantaciones de banano donde se aplicó un suministro constante e idéntico de N y K cada mes. A pesar de tener un suministro idéntico, es interesante observar que el nivel de K intercambiable fue invariablemente menor a 0.6 meq/100g para el *Andisol*, en tanto que este varía entre 1.4 y 2 meq/100g para el *Cambisol*.

Es importante mencionar también, el hecho de que durante los meses más húmedos el nivel de K intercambiable osciló entre 0.2-0.4 meq/100g para el *Andisol* y 1.4-1.6 meq/100 g para el *Cambisol*. Las dinámicas de K, como se ha determinado *in situ*, son claramente dependientes del tipo de suelo. El *Cambisol* exhibe una capacidad mayor para absorber y almacenar iones K^+ en tanto que la susceptibilidad de K^+ a la lixiviación es muy alta en el *Andisol* perhidratado. Experimentos de laboratorio basados en el intercambio de iones Ca^{2+} - K^+ indican claramente que el K^+ es selectivamente absorbido en el *Cambisol* en que la CIC es además muchas más alta (Fontaine *et al.*, 1989). Aún más, los sitios específicos de K^+ suman 0.3 meq/100 g para el *Andisol* y 1.5 meq/100 g para el *Cambisol*, según fueron calculados de una simulación basada en un modelo de dos sitios utilizando la información de intercambio de iones (Delvaux *et al.*, 1989).

Estas cantidades corresponden muy bien a los niveles de intercambios de K^+ medidos *in situ* en los suelos respectivos durante los meses más húmedos, *i.e.*, a las cantidades de K^+ retenidas por los suelos durante períodos de intensa lixiviación. Medir las propiedades de intercambio del ion Ca^{2+} - K^+ en los suelos puede por lo tanto ayudar a predecir el comportamiento de K^+ en el campo (Delvaux, 1995). Las prácticas de fertilización deben tomar en cuenta estas diferencias de suelo: dividir la fertilización de K es una práctica importante en el *Andisol* perhidratado para evitar la pérdida de K (Fontaine *et al.*, 1989). Godfroy (1992) ha propuesto adaptar el manejo de la fertilización a las condiciones climáticas y de suelo utilizando las características del suelo así como los patrones de precipitación.

Los parámetros sitio-específicos claves para racionalizar la fertilización son: patrón de precipitaciones, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), la cantidad de sitios específicos de K^+ y tasa de infiltración de agua. El movimiento de nitrato en los suelos también puede jugar un papel importante: tanto en plantaciones de plátano fertilizadas como sin fertilizar, la concentración de nitrato en soluciones de suelo percolados está positivamente correlacionada con la concentración en los iones Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ (información no publicada, Cenicafe, Colombia & UCL).

Propiedades biológicas del suelo

Parásitos y patógenos del suelo

En la industria del banano los problemas biológicos del suelo han sido considerados generalmente como ubicuos para una amplia variedad de suelos. Sin embargo, documentos recientes indican que el daño en las raíces causado por parásitos y patógenos del suelo puede diferir en gran manera según el tipo de suelo (Delvaux, 1995). Estas diferencias se podrían emplear, por ejemplo, para manejar poblaciones de nematodos en los sistemas de cultivo (Cadet, 1998). A este respecto es imprescindible concentrar los esfuerzos de investigación en la ecología de los parásitos de las raíces del banano y los patógenos del suelo, y no estrictamente en la relación planta-parásito-plaguicida.

En Martinica se observó que en sistemas intensivos para el cultivo del banano la severidad del daño ocasionado en las raíces por nematodos y por el hongo *Cylindrocladium* spp., está muy relacionado con el tipo de suelo (Delvaux, 1995 y referencias incluidas). Como se muestra en Fig. 3, se dan daños severos

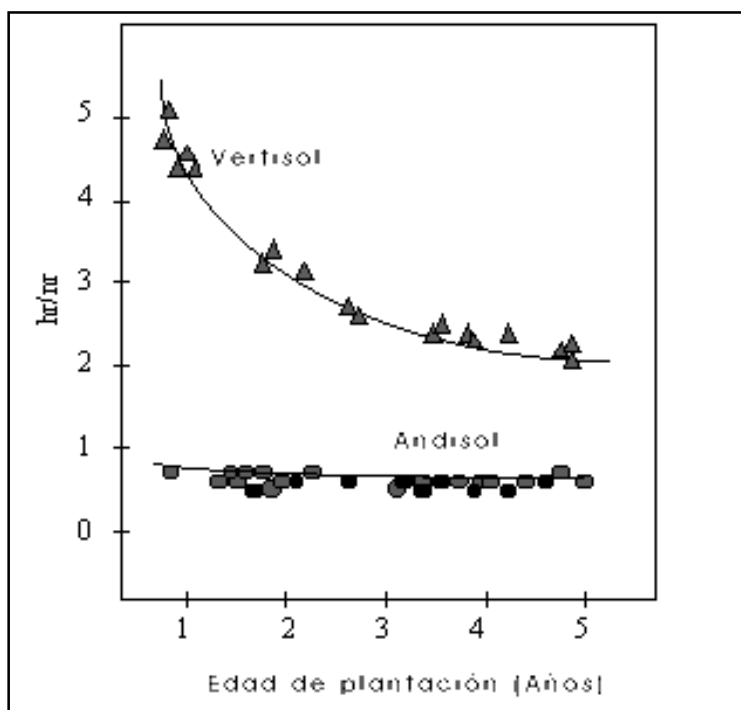


Fig. 3. Tasa hr/nr (número de raíces sanas con relación a raíces necrosadas) graficado contra el tiempo de siembra en sistemas de monocultivo de banano con prácticas idénticas de labranza del suelo.

tanto en *Andisoles* hídricos como vítricos, mientras que el causado en las raíces es muy limitado en los *Vertisoles*. Sin importar la edad de planta, el daño en las raíces es extremadamente severo en los *Andisoles*, aun desde el primer ciclo de cultivo.

Por el contrario, las raíces de banano están en buena condición desde el primer ciclo a los siguientes en los *Vertisoles*, sugiriendo que estos suelos pueden soportar mejor el monocultivo sostenible de banano. En efecto, las condiciones del suelo actúan tanto en la susceptibilidad de la planta al *Cylindrocladium* spp., como en su receptividad a la enfermedad causada por el hongo patógeno. En los *Andisoles*, el contenido de Mn libre es bajo y los bananos cultivados son deficientes en manganeso. Datos experimentales no publicados (UCL) en los que se utilizó plantas micropropagadas de Gran Enano y un flujo continuo de una solución de nutrimentos, mostraron que la deficiencia de Mn promueve significativamente la extensión de necrosis en las raíces, provocada por *Cylindrocladium* spp. Medir la receptividad del suelo a la enfermedad en condiciones esterilizadas y sin esterilizar indica que una intensidad de daño dada de 40-60% de superficie de raíces involucra una densidad de inóculo de *Cylindrocladium* spp de 2 y 20 UFC/ml de suelo para el *Andisol* y *Vertisol*, respectivamente. Estos suelos son conductores fuertes y débiles, respectivamente, de la enfermedad del banano inducida por *Cylindrocladium* spp.

Resultados similares obtenidos tanto en condiciones esterilizadas como sin esterilizar indican que los factores abióticos pueden influir el nivel de la enfermedad en la raíz provocada por *Cylindrocladium* spp. Sin embargo, el daño en la raíz es más severo bajo condiciones esterilizadas, sugiriendo que los factores bióticos también pueden interferir. Con relación a esto, la competencia por sustratos energéticos entre los microorganismos del suelo puede disminuir la actividad de los patógenos de la raíz. Un radio mucho mayor de C_m/C_a (C microbial/disponible $C - K_2SO_4$ extractable C -) en el *Vertisol* ($C_m/C_a = 8.58$) contra el *Andisol* ($C_m/C_a = 1.56$) efectivamente sugiere una fuerte competencia por los sustratos energéticos en el suelo anterior.

Esta ilustración es interesante en varios aspectos. La intensidad de los problemas bióticos que presentan las raíces de banano depende en gran manera de las condiciones del suelo. El nivel de enfermedad de la raíz podría estar influido tanto por factores de la planta (en este caso una deficiencia nutricional) como por las características del suelo. Tales observaciones preliminares sugieren que hay un extenso campo de investigación dedicado a comprender la ecología de los parásitos de las raíces del banano, la que podría ayudar al manejo de poblaciones de microbios en los suelos, a fin de reducir sus efectos negativos (Cadet, 1998).

Hongo Arbuscular Micorrízico (HAM)

La biocinesis de la rizosfera del banano ha sido considerada por lo general en sus aspectos negativos, dando mucha atención a los parásitos de las raíces y a su control químico. Algunos de los actores importantes en el *continuum* biológico de la rizosfera del banano han recibido poca atención hasta hace poco: el Hongo Arbuscular Micorrízico (HAM) (Declerck, 1996) y la rizobacteria (Vlassak *et al.*, 1992). El HAM representa sólo uno de los grupos de microorganismos benéficos a la planta que se desarrollan en la rizosfera, pero su posición estructural en la interfase entre la raíz de la planta y el suelo hacen que estos simbiontes sean particularmente importantes en las interacciones suelo-planta. El HAM permite a las plantas soportar presiones ambientales y culturales mediante el ambiente “micorrizosférico” y por lo tanto se considera que desempeñan un papel crucial en los sistemas sostenibles planta-suelo.

En los sistemas comerciales de producción, tales como el monocultivo, la atención se centra principalmente en el rendimiento mediante una alta aplicación de fertilizantes y plaguicidas, y se da menos cuidado a la preservación los recursos naturales del suelo a través del establecimiento o mantenimiento de sistemas de cultivo más sostenibles. En estos ambientes el HAM que está presente en forma natural en el suelo, o la introducción de especies seleccionadas, pueden beneficiar a las plantas sin incrementar en gran medida los costos de producción. La inclusión del HAM en el manejo integrado de cultivos podría, por lo tanto, ser considerada para situaciones particulares en que los suelos tienen baja disponibilidad de P, frágiles o sujetos a la erosión, condiciones que son frecuentes en los sistemas de cultivo de banano. Rohini *et al.*, (1987) y Stover & Simmonds (1987) observaron esta asociación tanto en sistemas de cultivo de banano extensivos como intensivos.

Bajo condiciones controladas, las plantas de banano micorrizadas exhibieron mayores tasas de crecimiento que las plantas control, particularmente mayor peso seco de yemas y contenidos de P (Declerck *et al.*, 1995). La dependencia micorrízica definida como “el grado al cual una planta es dependiente de la condición micorrízica para producir su máximo crecimiento o rendimiento a un nivel dado de fertilidad de suelo” (Gerdemann, 1975) varió de acuerdo con los cultivares (Fig. 4) y con relación a las características de las raíces (Declerck *et al.*, 1995). Estos autores demostraron que el peso seco de la raíz, la densidad y longitud de los pelos de la raíz de siete cultivares del subgrupo Cavendish estuvieron inversamente correlacionados a su dependencia micorrízica. Sugieren asimismo que los pelos largos y abundantes en la raíz permiten una mejor captación de nutrimentos, reduciendo por tanto la necesidad de una relación micorrízica fuerte. Lin & Fox (1992) observaron que la fertilización con fosfato

de baja disponibilidad puede tener ventajas prácticas sobre la fertilización con formas más solubles si esto lleva a una mayor colonización micorrícica, sugiriendo el gran interés de utilizar plantas de banano micorrizadas en suelos ácidos con baja disponibilidad de P.

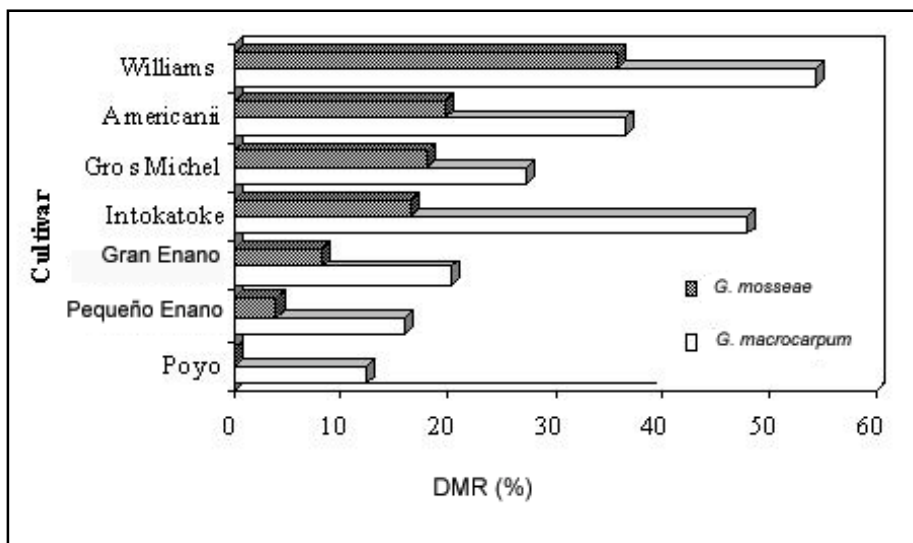


Fig. 4. Dependencia micorrícica relativa (DMR) de siete cultivares de banano del subgrupo Cavendish inoculadas con *G. Macrocarpum* y *G. Mosseae*. (Adaptado de Declerck *et. al.*, 1995)

También se ha mostrado que HAM aumenta la tolerancia del banano a los patógenos del suelo, nemátodos y hongos. Una inoculación micorrícica temprana incrementó la tolerancia del banano a *Radopholus similis* (Umesch *et al.*, 1988) y a *Meloidogyne javanica* (Pinochet *et al.*, 1997) al incrementar la nutrición de la planta o al ejercer un efecto supresivo sobre la reproducción de nemátodos. Jaizme-Vega *et al.*, (1998) igualmente demostraron que los síntomas internos y externos de la enfermedad (necrosis del rizoma) causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, agente causal del Mal de Panamá, se redujo cuando las plantas de banano fueron inoculadas con especies de *Glomus*. La mayor parte de estos resultados experimentales se realizaron bajo condiciones controladas (invernadero, microparcels), las cuales desafortunadamente no comprenden la complejidad de las situaciones en el campo, donde las prácticas agrícolas y los factores bióticos y abióticos interactúan en diferentes niveles.

Manejo del HAM en los sistemas de cultivo del banano: perspectivas futuras

El manejo del HAM en los sistemas de cultivo de banano podría ser considerado en dos áreas principales, dependiendo de si la producción está orientada a la producción extensiva o a la intensiva. Por lo general se reconocen dos enfoques para establecer y mantener una alta población de HAM para beneficiar el crecimiento y salud de la planta: (1) la adopción de prácticas de campo que mantengan y, o incrementen las poblaciones naturales de HAM, y (2) la inoculación de HAM seleccionados (Smith & Read, 1996). La escogencia de un enfoque particular debe estar dirigida por la evaluación de una serie de factores clave que incluyen: dependencia micorrícica del cultivar de banano bajo condiciones de campo, densidad de poblaciones de HAM nativas, especialmente su inefectividad y efectividad, los efectos del manejo del suelo (labranza, fertilización...) sobre estas poblaciones, incidencia de microorganismos patógenos de la raíz y métodos utilizados para disminuir su incidencia (Smith & Read, 1996).

La preinoculación de plantas micropropagadas libres de patógenos parece ser el manejo más apropiado para introducir el HAM en el campo. Las ventajas potenciales son numerosas. Primero, el HAM ya se encuentra en las raíces y, en consecuencia, tendrá una ventaja competitiva sobre los patógenos del suelo. Segundo, un crecimiento mayor de la planta puede dar como resultado una reducción del tiempo de la fase de invernadero. Por último, la cantidad de propágulos de HAM requeridos para inocular plantas jóvenes (con pocas raíces) es mucho menos importante que para plantas más viejas y puede resultar en reducción de los costos del inóculo.

Todos los experimentos realizados hasta ahora con plantas de banano micropropagadas utilizaron HAM producido en cultivos de plantas trampa como inóculo. Este sistema no garantiza la ausencia de microorganismos indeseables y por tanto representa un inóculo inseguro asociado con plantas producidas libres de patógenos. La respuesta a este problema fue alcanzada recientemente por Declerck *et al.* (1998), quienes demostraron la posibilidad de desarrollar y producir varias especies de HAM originarias de raíces de banano en condiciones monoxénicas.

El cultivo *in vitro* de cepas de HAM, aisladas de la rizosfera del banano, permitió la producción de varios miles de propágulos en un corto tiempo y en un espacio limitado. Mediante el subcultivo regular de los hongos se logró su mantenimiento *in vitro* a largo plazo y se incrementó la producción de biomasa de los hongos. El entrapado en camas de alginato de los propágulos producidos *in vitro* ofreció una nueva clase de inóculo libre de patógenos fácil de usar

(Declerck *et al.* 1996). La combinación de material de siembra libre de patógenos con el HAM producido *in vitro* representa una nueva perspectiva para el cultivo del banano.

Esta tecnología puede ser utilizada para la producción masiva y diseminación de inóculo de alta calidad y puede además representar un modelo experimental poderoso al asociar un cultivar *in vitro* importante para consumo local y de exportación y un inóculo HAM monoxénico. Este modelo puede ser desarrollado para estudiar la mitigación de los problemas bióticos y abióticos de la planta de banano, elucidar la íntima relación existente entre los dos miembros de la simbiosis bajo diferentes condiciones de estrés, y seleccionar las parejas más adecuadas “HAM/cultivar” de banano para un conjunto de condiciones de campo.

Conclusiones

La naturaleza e intensidad de los problemas físicos, químicos y biológicos del suelo son dependientes en gran medida del suelo y sitio específico. A tal respecto las prácticas de manejo exitosas deben tener su fundamento en un buen conocimiento de las propiedades del suelo. Los parámetros clave para mejorar la sincronía entre suministro de nutrimentos/agua y las demandas de la planta son el volumen efectivo de suelo explorado por las raíces, la densidad de longitud de la raíz y la disponibilidad de agua y nutrimentos en el ambiente de la raíz. Sin embargo, es necesaria una mayor investigación para dar respuesta a la demanda de una producción sostenible de banano: mejorar la densidad de longitud de la raíz (DLR) de los bananos, comprendiendo y utilizando la biocenosis de la rizosfera del banano.

En ese sentido, el HAM incrementa la longitud funcional de la raíz y, por lo tanto, puede ayudar a mitigar problemas del suelo tales como agotamiento de los nutrimentos e infecciones causadas por patógenos del suelo. Por otro lado, es sorprendente que se le haya dado tan poca atención al mejoramiento del DLR de las raíces del banano en los programas de mejoramiento internacionales con respecto a los altos requerimientos de agua y nutrimentos de la planta.

Referencias

- BRISSEON, N., DOREL, M. & H. OZIER-LAFONTAINE. 1998. Effects of soil management and water regime on the banana growth between planting and flowering: simulation using the STICS model. 1st. Intl. Symposium on Banana in the Subtropics. Tenerife, Spain, November 1997, Acta Horticulturae, 490: In Press.
- CADET, P. 1998. Gestion écologique des nématodes phytoparasites tropicaux. Cahiers Agricultures 7: 187-194.
- DECLERCK, S. 1996. Biologie des champignons mycorhiziens à arbuscules associés au bananier en Martinique. Thèse de doctorat, Université d'Angers, France.
- DECLERCK, S., PLENCHETTE, C. & D. G. STRULLU. 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. Plant and Soil 176: 183-187.
- DECLERCK, S., STRULLU, D. G., PLENCHETTE, C. & T. GUILLEMETTE. 1996. Entrapment of *in vitro* produced spores of *Glomus versiforme* in alginate beads: *in vitro* and *in vivo* inoculum potentials. Journal of Biotechnology 48: 51-57.
- DECLERCK, S., STRULLU, D. G. & C. PLENCHETTE. 1998. Monoxenic culture of the intraradical forms of *Glomus* sp. isolated from a tropical ecosystem: a proposed methodology for germplasm collection. Mycologia 90: 579-585.
- DELVAUX, B. 1995. Soils. Pp. 230-257 in Banana and Plantains, S. Gowen Ed., Chapman & Hall, London, U K.
- DELVAUX, B., DUFEY, J. E., VIELVOYE, L. & A. J. HERBILLON. 1989. Potassium exchange behaviour in a weathering sequence of volcanic ash soils. Soil Science Society of America Journal, 53 : 1679-1684.
- FONTAINE, S., DELVAUX, B., DUFEY, A. J. & A. J. HERBILLON. 1989. Potassium exchange behaviour in Caribbean volcanic ash soils under banana cultivation. Plant and Soil, 120 : 283-290.
- GERDEMANN, J. W. 1975. Vesicular arbuscular mycorrhiza. Pp. 575-591 in the development and function of roots. (J.G. Torrey & D.T. Clarkson). Academic Press, London, United Kingdom.
- GODEFROY, J. 1992. Dynamique des éléments minéraux dans divers complexes "sol-bananeraie-climat": application à une stratégie de la fertilisation raisonnée. CIRAD, Montpellier, France.
- JAIZME-VEGA, M. C., SOSA HERNÁNDEZ, B. & J.M. HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ. 1998 Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and the soil pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* on the first stages of micropropagated Grande Naine Banana. 1988. Acta Horticulturae (In press).
- LAHAV, E.. 1995. Banana nutrition. Pp. 258-316 in Banana and Plantains, S. Gowen Ed., Chapman & Hall, London, United Kingdom.
- LIN, M. L. & R. L. FOX. 1992. The comparative agronomic effectiveness of rock phosphate and superphosphate for banana. Fertilizer Research 31: 131-135.
- MYERS, R. J. K., PALM, C. A., CUEVAS, E., GUNATILLEKE, I. U. N. & M. BROSSARD. 1994. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. Pp. 81-116 in The Biological Management of Tropical Soil Fertility, P.L. Woomer & M. J. Swift Eds., John Wiley & Sons Ltd, Chichester, U. K.
- PINOCHET, J. FERNANDEZ, C., JAIZME, M. C. & P. TENOURY. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. HortScience 32: 101-103.
- ROBINSON, J. C. 1995. Systems of cultivation and management. Pp. 15-65 in Banana and Plantains, S. Gowen Ed., Chapman & Hall, London, United Kingdom.
- ROHINI, I, MOOSA, H. & R. KALPANA SASTRY. 1988. Vesicular arbuscular mycorrhizal association in banana. Current Science 57: 153-154.
- SCHOLES, M. C., SWIFT, M. J., HEAL, O. W., SANCHEZ, P. A., INGRAM, J. S. I. & R. DALAL. 1994. Soil fertility research in response to the demand for sustainability. Pp. 1-14 in The Biological Management of Tropical Soil Fertility, P.L. Woomer & M.J. Swift Eds., John Wiley & Sons Ltd, Chichester, United Kingdom.
- SMITH, S. E. & D. J. READ, D. J. 1996. Mycorrhizal symbiosis. (2nd edition). Academic Press, Inc., San Diego, United States of America.
- STOVER, R. H. & N. W. SIMMONDS. 1987. Bananas. (3rd edition). Longman, London, United Kingdom.
- UMESH K. C., KRISHNAPA, A. K. & D. J. BAGYARAJ. 1988. Interaction of *Radopholus similis* with *Glomus*

faciculatum in banana. *Journal of Nematology* 21: 592-593.

Vlassak, K., Van Holm, L., Duchateau, L., Vanderheyden, J. & R. De Mot. 1992. Isolations and characterizations of fluorescent *Pseudomonas* associated with the roots of rice and banana grown in Sri Lanka. *Plant and Soil* 145:51-63.

Agradecimientos

Muchos de los resultados presentados en este documento fueron obtenidos de una investigación apoyada por los contratos STD3 TS3***CT92-0104 e INCO-DC ERBIC18CT97028** de la CE, titulados “Nuevas formas para desarrollar el control de parásitos de la raíz para mejorar los sistemas sostenibles de producción de banano” y “Mitigando las limitaciones abióticas y bióticas del suelo mediante la combinación de hongos micorrícicos arbusculares con sistemas de micropropagación de banano y plátano”, respectivamente.

Las prácticas culturales como medio de control de nematodos en el banano

Jean Louis Sarah¹

Introducción

Los nematodos son uno de los principales opresores del cultivo del banano, tanto en la producción intensiva de bananos de postre como en los extensivos sistemas de pequeños cultivos de agricultores individuales (bananos de cocción y plátanos). En los sistemas de cultivo intensivo los problemas de nematodos son muy importantes ya que el ecoagrosistema está altamente simplificado (una sola variedad/clone) en un área extensa y a altas densidades de planta, lo que permite a las plagas multiplicarse intensivamente.

Por otra parte, los nematodos son bien conocidos y estudiados en este contexto, por lo que pueden ser implementados métodos de control eficiente, aunque generalmente a un alto costo, y sobre todo mediante la aplicación de altos niveles de componentes químicos que son perniciosos al ambiente y dañinos para la salud humana. En los sistemas de cultivo extensivo, la diversidad ecológica está mucho más conservada y los problemas de plagas pueden ser autocontrolados por enemigos naturales. Sin embargo, la introducción de plagas alógenas y, o, cualquier cambio en las prácticas culturales pueden llevar a un gran daño, con un impacto quizás dramático para las personas que viven de sus propias producciones. En esta economía de minifundio el control químico simplemente es inaplicable, por ser muy caro y muy dañino para ser manejable (por no haber suficiente experiencia/adiestramiento, por haber sistemas de cultivo mezclado...)

Como alternativa, muchas prácticas culturales pueden suprimir la presión ejercida por nematodos en forma significativa y permitir que se mantenga y, o, se incremente la producción de bananos. Algunas de esas prácticas (barbechado, propagación *in vitro* de plántulas libres de nematodos) son utilizadas actualmente en producción intensiva, permitiendo reducir significativamente el aporte químico. Este documento presenta aspectos de prácticas culturales que podrían ser integradas para desarrollar una forma de producción mucho menos dependiente de los productos químicos.

¹CIRAD-AMIS, Laboratoire Phytrop, Montpellier, France

Especies de nematodos que atacan al banano

Se ha reportado casi 150 especies de nematodos en asociación con las raíces de la esp. *Musa* (Sarah, 1989; Gowen y Quénéhervé, 1990). No obstante, la mayoría son de una patogenicidad limitada o desconocida. Los nematodos patógenos más importantes y extendidos en el banano son los *Radopholus similis*, y las especies pertenecientes a los géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*.

El nematodo barrenador, *R. similis* está estrictamente limitado a las áreas tropicales. Se considera que es el problema principal de nematodos donde los bananos, especialmente las plantaciones del subgrupo Cavendish, se cultivan comercialmente (Sarah, 1989; Gowen y Quénéhervé, 1990; Stanton, 1994). El nematodo barrenador también es común en el plátano y los tipos de banano de cocción que se cultivan en las tierras bajas del África central y oriental, y en Puerto Rico, en el Caribe. Sin embargo, se encuentra generalmente ausente de las raíces de los plátanos y bananos de cocción en África occidental, Latinoamérica y el Caribe (Pinochet, 1977, 1998a; Sarah, 1985, 1989; Adiko, 1988; Bridge, 1988, 1993).

Radopholus similis es un nematodo endoparasítico migratorio que completa su ciclo de vida en 20-25 días en la raíz y los tejidos del cormo bajo condiciones óptimas. Los nematodos jóvenes y las hembras adultas son formas móviles activas que pueden dejar las raíces en caso de condiciones adversas, y mudarse al suelo hacia nuevas raíces. Los nematodos emigran inter- e intra-celularmente en la corteza de la raíz, donde se alimentan del citoplasma de las células. Esto resulta en paredes celulares colapsadas, cavidades y túneles (Blake, 1961, 1966; Valette *op. cit.* 1997). En los cormos, las lesiones comienzan a desarrollarse donde se unen a las raíces infestadas. Las necrosis se pueden extender a toda la corteza del cormo (lo que se conoce como enfermedad de cabeza negra) y a las raíces, pero la estela de la raíz normalmente no se daña sino excepto ocasionalmente, cuando es muy joven (Mateille *op. cit.* 1994; Valette *op. cit.* 1997). Las necrosis aparecen como decoloraciones café-rojizas y se pueden ver fácilmente una vez que se han lavado las raíces y se les ha quitado la tierra.

Los nematodos lesionadores, esp. *Pratylenchus* son endoparasíticos migratorios cuya biología, síntomas y daños son muy similares a los del nematodo barrenador. El *Pratylenchus coffeae* es el más diseminado en el área tropical. No es tan frecuente como el *R. similis* en las fincas de producción intensiva pero puede ocasionalmente ser la especie dominante, como en Honduras o en África del Sur (Pinochet y Rowe, 1978; Jones y Milne, 1982). Está ampliamente extendido en el plátano o en los bananos de cocción en Asia, África y Latinoamérica (Sarah, 1985, 1989; Adiko, 1988; Pinochet, 1988; Gowen y Quénéhervé, 1990; Bridge, 1993). El *Pratylenchus goodeyi* es típicamente una

especie de las tierras altas de Africa (Price y Bridge, 1995). También está presente en las Islas Canarias, en Creta y en el Delta del Nilo, donde probablemente fue introducido accidentalmente, y donde se puede mantener debido a su preferencia a temperaturas menores, si se le compara con el *R. similis* o el *P. coffeae* (De Guiran y Vilardebo, 1961a; Bridge, 1988a, 1993a; Sarah, 1989; Gowen y Quénéhervé, 1990a; Price y Bridge, 1995a).

Los nematodos de espiral, esp. *Helicotylenchus*, especialmente los *H. multi-cinctus*, son probablemente los más diseminados en la producción de banano (McSorley y Parrado, 1986; Gowen y Quénéhervé, 1990). A menudo se les encuentra mezclados con otras especies dominantes como *R. similis*, pero pueden ser la especie problema parasítica del suelo más importante en lugares donde el *R. similis* no puede sobrevivir, ejemplo altas latitudes como en Israel (Minz *op. cit.* 1960), o donde el nematodo barrenador todavía no ha sido introducido, tal como en producciones minifundistas (Sarah, 1985a; Adiko, 1988). En ese caso, a pesar de que causan necrosis superficiales, pueden provocar pérdidas significativas del cultivo (McSorley y Parrado, 1986).

Los nematodos noduladores de la raíz (esp. *Meloidogyne*) son los parasíticos de plantas más extendidos en el mundo. Como son altamente polívoros, están presentes en las raíces del banano pero no se les considera una plaga importante para el banano en general. Sin embargo, son dominantes en situaciones donde los nematodos migratorios no están presentes, tal como en altas latitudes del área mediterránea, Yemen, Taiwán y la Provincia del Cabo (Jones y Milne, 1982; Sarah, 1989; Gowen y Quénéhervé, 1990) o en minifundios (Sarah, 1985; Adiko, 1988). En esas situaciones pueden ser responsables de daños sustanciales. Aún más, han sido señalados como una de las amenazas principales para plántulas jóvenes producidas mediante técnicas *in-vitro* (Sarah, obs. pers.).

Consecuencias de la infestación de nematodos

La destrucción de las raíces y los tejidos del cormo reduce la absorción de agua y minerales, lo que a su vez origina una disminución del crecimiento y desarrollo de la planta y puede llevar a una severa rebaja en el peso del racimo e incrementar significativamente el período entre dos cosechas sucesivas (Gowen, 1975; Stanton, 1994). Además, esta destrucción también resulta en una tendencia por parte de las plantas a desraizarse (enfermedad del vuelco), particularmente durante las tormentas de viento y los períodos de mucha lluvia.

Las pérdidas en el cultivo dependen de varios factores que incluyen la patogeneidad de las poblaciones locales, los patógenos asociados (incluyendo otras especies de nematodos), el cultivar de bananos y los factores climáticos y de suelo, especialmente la fertilidad. En plantaciones comerciales de cultivares

Cavendish de ciertas áreas de Costa de Marfil, donde los suelos son pobres y erosionados, se ha reportado pérdidas superiores al 75% debido a la reducción en el peso del racimo y al desenraizamiento (Sarah, 1989).

En tales casos, si no hay un control sobre los nematodos las plantas de banano se vuelven improductivas tras la primera cosecha. En los más fértiles suelos de turba en Costa de Marfil y en los suelos volcánicos de Camerún las pérdidas acumulativas del cultivo son generalmente menores al 30% (Sarah, 1989). En Sudáfrica, esas pérdidas pueden alcanzar 75% (Jones y Milne, 1982). En Panamá pueden ser superiores al 45% (Wehunt y Edwards, 1968). En Colombia, Costa Rica y Panamá las pérdidas estimadas solamente mediante el conteo de plantas desenraizadas fluctúa entre el 12 y el 18%, y tienden a estar cerca del 5% en el Valle de Sula en Honduras (Pinochet, 1986).

El impacto económico real de los nematodos en sistemas de minifundio es difícil de estimar. En Camerún las pérdidas parecen estar por debajo del 20% (Melin *op. cit.* 1976). Sin embargo se ha observado síntomas severos debido al *R. similis* en Costa de Marfil, en plátanos que crecen cerca de plantaciones de Cavendish (Sarah, 1985) y el daño ha alcanzado el 50% en parcelas experimentales (Sarah, 1989). En Nigeria también se han notado pérdidas de hasta 50% en campos infestados con poblaciones mezcladas de nematodos de espiral y modulador de raíz (Caveness y Badra, 1980). En el Caribe se ha reportado pérdidas que alcanzan el 75% en Puerto Rico y 60% en Jamaica (Gowen y Quénéhervé, 1990).

Prácticas culturales como métodos de control

Limpieza del suelo antes de la siembra

El reducir las poblaciones de nematodos en el suelo antes de la siembra y el usar material de plantas limpio o libre de nematodos son de importancia primordial. La erradicación es casi imposible porque la mayor parte de las especies son altamente polífagas y pueden sobrevivir por largos períodos en el suelo. Después de la detección inicial de *R. similis* en el Transvaal del Norte en Sudáfrica se introdujeron medidas regulatorias que intentaron erradicar el nematodo y prevenir su diseminación. Todas las plantas en sitios infestados fueron eliminadas y quemadas, la tierra fumigada con bromuro de metilo y se dejó abandonada por nueve meses. A continuación de estas drásticas medidas sus poblaciones se redujeron casi hasta la extinción en cada cinco de ocho sitios, pero no fueron erradicados (Jones y Milne, 1982).

Las poblaciones de *R. similis* pueden ser reducidas a un nivel indetectable dejando que crezcan plantas no anfitrionas en tierras infestadas durante un año o más (Sarah *op. cit.* 1983; Mateille *op. cit.* 1992, 1994; Price, 1994). Los

terrenos baldíos naturales, donde el crecimiento de malezas no está controlado, son la forma más simple de manejar el período entre cultivos. A pesar del polifaguismo de la mayoría de las especies de nematodos, este método es el que se aplica con éxito en muchas regiones donde el *R. similis* es dominante (Camerún, Costa de Marfil, Indias Occidentales). Sin embargo, sería mejor sembrar un cultivo que fuese una cobertura de plantas no-hospederas para poder evitar cualquier persistencia de los nematodos. El *Panicum maximum* (una gramínea) ha sido usado exitosamente contra el *R. similis* en Queensland (Colbran, 1964) y la *Chromolaena odorata* (una asteroidea) en Africa Occidental (Sarah, 1989). La *Asystasia gangetica* (una Acanthaceae), que es una maleza común en Africa Occidental, permite un decremento significativo de las poblaciones de *R. similis* (Mateille *op. cit.* 1992, 1994). Milne y Keetch (1976) han publicado una lista de 44 plantas no-hospederas para el *R. similis* en Sudáfrica, entre las cuales se encuentran algunos cultivos generadores de dinero, como ser la pasionaria o granadilla (*Passiflora edulis*) y la piña (*Ananas comosus*).

Este último cultivo está siendo usado actualmente por algunos agricultores de banano en rotación en sus cultivos en Costa de Marfil (Sarah, 1989). La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un pobre hospedero según mencionan Milne y Keetch (1976), y ha logrado alguna medida de éxito como cultivo de rotación en América Central (Loos, 1961). Las especies *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* son mucho más difíciles de reducir (Gowen y Quénéhervé, 1990; Mateille *op. cit.* 1992).

En Israel, donde estas dos últimas especies son dominantes, se siembra trigo de dos a tres años entre cada ciclo bananero (Gowen y Quénéhervé, 1990). Ternisien y Melin (1989) revisaron siete cultivos de cobertura, de las cuales ninguna fue capaz de suprimir todas las especies de nematodos. La *Crotalaria juncea* y la *Bracharia decumbens* fueron las más interesantes, pero la *C. juncea* fue hospedero para el *H. multicintus*, mientras que el *B. decumbens* mantuvo la especie *Meloidogyne*. El uso de plantas antagónicas como el *Sesamum indicum*, *Ricinus communis*, la esp. *Tagetes* o la esp. *Crotalaria*, que tienen un acción tóxica directa contra los nematodos, podría incrementar la eficiencia del abandono temporal de las parcelas (Rodríguez-Kabana, 1992).

El descanso de la tierra y la rotación de cultivos son más fáciles pero pueden ser inefectivos en algunas ocasiones (como la persistencia de plantas hospederas en baldíos naturales) o llevar a otros problemas cuando la especie marginal se convierte en dominante mediante su multiplicación en el cultivo escogido para cobertura. Además, necesitan un largo período de tiempo para que funcionen eficientemente.

Algunos otros métodos permiten acortar el tiempo requerido para la limpieza

del suelo. Loos (1961) reportó que cinco o seis meses de inundación eran capaces de eliminar *R. similis* en Honduras y Panamá. La inundación también ha sido usada en Surinam (Maas, 1969). En Costa de Marfil, seis o siete semanas de inundación completa fueron tan efectivos como 10-12 meses de abandono en la reducción de poblaciones de nematodos (Sarah, *op. cit.* 1983; Mateille, *op. cit.* 1988). Sin embargo, a menudo, este método no es aplicable porque la tierra debe estar nivelada y debe haber una fuente permanente de agua. La solarización usa la energía solar para calentar el suelo a través de una película de plástico (Kata, 1981; Giblin-Davis y Verdake, 1988). Cuando la temperatura del suelo alcanza los 47 °C dos horas al día durante seis días, ningún nematodo puede sobrevivir. Pero esta técnica sólo permite tratar unos cuantos centímetros de profundidad y puede ser usada en regiones donde, y, o, durante estaciones cuando las condiciones nubosas no permanecen. En consecuencia, esta técnica es probablemente de interés limitado al área tropical húmeda. Por otra parte, podría ser muy útil en los viveros para el saneamiento del suelo que irá en las bolsas de polietileno.

Limpieza de la planta

Los nematodos pueden ser introducidos a un suelo limpio de ellos mediante cormos o hijos infestados. Por ende, todo el material a ser sembrado debería ser producido en suelos libres de nematodos. Como a menudo este no es el caso, los cormos infestados e hijos deben ser tratados para removerles los nematodos. El método más simple consiste en podar o mondar superficialmente los cormos para quitar el tejido lesionado. Sin embargo, los nematodos ubicados profundamente dentro de la corteza, en tejidos no necróticos, pueden escapar a dicha remoción. Más aún, si el mondado es demasiado, los hijos, especialmente los pequeños, pueden ser dañados. El almacenaje durante dos semanas de material mondado puede reducir más la población de nematodos (Quénéhervé y Cadet, 1985), pero tales técnicas no se pueden aplicar en hijos pequeños porque son muy frágiles y deben ser replantados rápidamente.

La poda o mondado, seguido de tratamientos de agua caliente (52-55 °C durante 15-20 minutos) ha sido una práctica común y efectiva en Latinoamérica y Australia (Blake, 1961; Stover, 1972; Pinochet, 1986). Sin embargo, los tratamientos de agua caliente requieren mucha mano de obra y las temperaturas y tiempos de inmersión son críticos y dependen del tamaño de hijo o cormo (Gowen y Quénéhervé, 1990). Por lo tanto, los tratamientos en gran número de plantas requieren de un monitoreo cuidadoso que involucre un buen dominio tecnológico.

La mejor manera de evitar la contaminación es el uso de plantas libres de nematodos, propagadas en técnicas *in-vitro*. Las plantas micropropagadas son

ahora uno de las fuentes más comunes de material de siembra en la mayoría de las regiones productoras y deberían ser el único tipo de material de siembra permitido cuando se cultiva el banano en suelo vírgen. Esta técnica requiere un buen manejo de viveros, para evitar la contaminación de las plantas a través de la tierra en las bolsas. La tierra debe ser saneada mediante solarización (ver arriba) o por calentamiento, pero la mejor solución es usar substratos libres de nematodos como arenas o cenizas volcánicas de áreas no cultivadas, mezcladas con materia orgánica (fibras de coco, pulpa de café...).

Medidas post-siembra

Dependiendo de la eficiencia del suelo y el saneamiento de las plantas, puede llevarse de uno a tres ciclos de cultivo antes de que los nematodos alcancen de nuevo el límite de daño significativo (Sarah *op. cit.* 1983a; Sarah, 1989a; Mateille *op. cit.* 1992). Como se indicó anteriormente, la erradicación es casi imposible y el saneamiento no siempre es tan efectivo como se espera. Por lo tanto, se debe considerar un programa de protección post-siembra del cultivo.

Las pérdidas en rendimiento se pueden reducir apuntalando o poniendo soportes a los pseudotallos para evitar el volcamiento. Sin embargo, esta técnica sólo elimina la consecuencia del ataque de los nematodos y no se puede verdaderamente considerar como un método de control. Un drenaje mejorado es también un factor importante en la reducción del daño causado por los nematodos en las regiones de alta precipitación pluvial, como en partes de Centroamérica (Pinochet, 1986). Del mismo modo, cualquier medida que mejore la fertilidad y el desarrollo de las raíces puede incrementar la tolerancia de la planta a los nematodos. La fertilidad de la tierra es realmente un factor clave en el mejoramiento de la tolerancia a los ataques de los nematodos (Sarah, 1995). Estas incluyen el arado del suelo o cualquier otra técnica relacionada que permita que el sistema de raíces se desarrolle mejor antes de la siembra, la incorporación de materia orgánica a la tierra, la fertilización y el riego.

La materia orgánica tiene muchas acciones positivas; en primer lugar trae nutrientes esenciales y mejora la retención de agua del suelo. Adicionalmente, la materia orgánica permite el desarrollo de microbiota, entre la que hay antagonistas naturales de los nematodos (ver control biológico). Más aún, la materia orgánica puede que tenga una acción directa contra los nematodos, ya sea a través de la producción de componentes tóxicos (hidrocarburos, sulfidos...) provenientes de su descomposición, o a través de la presencia de alcaloides o fitoalexinas en las plantas originales (como son: *Ricinus communis*, *Azadirachta indica*, *Coffea canephora* u otros). A pesar de que la información concerniente a su efectividad sobre el banano todavía es insuficiente, el uso de estas medidas debe ser estimulado.

Micorrización

Tal como muchas otras plantas, los bananos dependen de algunos hongos micorrícicos vesiculares arbusculares (MVA), que mejoran grandemente su nutrición, especialmente bajo condiciones de baja fertilidad (Strullu, 1991a; Declerck *op. cit.* 1995). Es más, los MVA pueden desempeñar un papel en el control de los patógenos de las raíces, incluyendo a los nematodos (Umesh *op. cit.* 1988; Pinochet *op. cit.* 1996; Jaizme-Vega *op. cit.* 1997). La forma como los MVA interactúan con los patógenos de las raíces no es conocida pero se supone que aumentan la tolerancia de la planta mediante el mejoramiento de la nutrición, y también pueden interactuar físicamente (ocupando el sitio) y, o, tener un efecto supresivo en la reproducción de los nematodos. La posibilidad de producir en masa MVA *in vitro* (Declerck *op. cit.* 1996a; 1996b) puede permitir la inoculación masiva de las plántulas en los viveros. Estas plántulas podrían después ser transplantadas a los campos unos pocos meses adelante con una alta colonización de MVA en sus raíces, lo que proveería una buena protección contra los patógenos de las raíces, incluyendo los nematodos.

Control Biológico

Los nematodos parasíticos de plantas tienen muchos enemigos naturales en el suelo y desde hace tiempo se ha estado dirigiendo estudios sobre posibles controles biológicos. Los primeros antagonistas considerados fueron los hongos tramperos (*Arthrobotrys*, *Dactyllela*, *Dactylaria*, etc...). Sin embargo eran muy difíciles de producir en masa y, además, su eficiencia estaba ligada a características de suelo muy estrictas (pH, materia orgánica, microflora y microfauna del suelo...) (Cayrol *op. cit.* 1992; Davide, 1994). Los diversos esfuerzos industriales intentados no fueron exitosos.

Muchos de los programas de investigación actuales conciernen a la bacteria *Pasteuria penetrans*. Sus endoesporas se pegan en la cutícula del nematodo y de allí desarrollan un tubo germinativo que penetra en el pseudoceloma del nematodo e invaden rápidamente todo el cuerpo, formando esporas nuevas (hasta dos millones en un nematodo). Sin embargo, las relaciones entre cepas de bacterias y especies de nematodos e incluso de biotipos parecían ser altamente específicas (Sayre *op. cit.* 1991; Cayrol *op. cit.* 1993). En consecuencia, no es probable que se presente una solución aplicable en los años venideros.

Recientemente se desarrolló la formulación industrial de un hongo parasítico, *Paecilomyces lilacinus* (Davide, 1994). El *P. lilacinus* es un parásito de huevos, nematodos jóvenes y adultos, y aparentemente está obteniendo resultados prometedores en las Filipinas.

Uso de plantas resistentes

La resistencia al nematodo barrenador a través de mejoramiento genético ha sido obstaculizada desde hace tiempo por las dificultades en el desarrollo genético de los bananos (Menéndez y Sheperd, 1975; Pinochet, 1988). Sin embargo, las nuevas técnicas de mejoramiento celular y molecular del banano pueden permitir que se circunvalen en el futuro las limitaciones naturales del desarrollo tradicional de las plantas. Muchos equipos investigativos están colaborando actualmente con los programas principales en el logro de resistencia del cultivar. Desde hace mucho se ha reconocido al 'Pisang Jari Buaya' (AA) como una fuente de resistencia al nematodo barrenador (Wehunt *op. cit.* 1978; Pinochet y Rowe, 1978, 1979; Pinochet, 1988). A pesar de que su capacidad de herencia no ha sido realmente establecida (Stanton, 1994), esta resistencia ha sido incorporada a las líneas hereditarias, lo que ha llevado a la producción de híbridos de interés comercial (Rowe y Rosales, 1994). Se ha sugerido que clones con gran número de raíces pueden mostrar una mayor tolerancia a los ataques de los nematodos, y la selección de este carácter debería ser un objetivo prioritario. (Gowen, 1996).

Se ha avanzado en técnicas para la selección prematura de germoplasma en pequeños recipientes (Pinochet, 1988; Sarah *op. cit.* 1992; Fogain, 1996). Tales métodos permiten identificar muy rápidamente qué germoplasma es susceptible. Al eliminar las líneas genéticas inferiores sólo el germoplasma más promisorio tiene que ser retenido para su evaluación final en las relativamente caras pruebas de campo (Price y McLaren, 1996).

Debido a las diferencias en patogeneidad entre las poblaciones de *R. similis* (Fallas *op. cit.* 1995, 1996), tanto como entre las de otras especies de nematodos capaces de convertirse en parásitos y dañar las raíces del banano, los esfuerzos para desarrollar un banano con amplia resistencia a todos esos patógenos será extremadamente difícil (De Waele, 1996). Como primer paso, hay cultivares de banano que son potencialmente valiosos y que están siendo evaluados *versus* las poblaciones locales de nematodos barrenadores en cada zona ecológica en estudios coordinados por el INIBAP. Avances recientes en la investigación de los mecanismos de resistencia al *R. similis* han mostrado que los componentes fenólicos, especialmente algunos taninos y flavonoides, podrían estar involucrados en la reducción de la progresión de los nematodos a los tejidos del banano y su multiplicación dentro de estos (Mateille *op. cit.* 1994; Valette *op. cit.* 1996, 1997). Un mejor conocimiento de los mecanismos involucrados en la resistencia de *Musa* a los nematodos, que lleve a la identificación de los genes dominantes involucrados, sería indudablemente de ayuda a los programas de mejoramiento genético.

Conclusiones

La producción de bananos orgánicos es posible a través de un buen manejo integrado de prácticas culturales. En regiones y sistemas culturales donde la resiembra es frecuente, el saneamiento del suelo y el uso de plantas libres de nematodos es de importancia primordial. En todo caso, un buen manejo de la fertilidad de los suelos durante el ciclo de cultivo es esencial, especialmente el monitoreo de las adiciones de agua y materia orgánica.

En este contexto, la investigación debe encaminarse hacia:

- * encontrar los mejores cultivos de cobertura orgánica para controlar los nematodos;
- * mejorar y racionalizar los suministros de materia orgánica y especialmente aquellos que resultan de plantas que contienen propiedades antagónicas (alcaloides o fitoalexinas);
- * encontrar medidas alternativas para el saneamiento de las plantas en las situaciones donde todavía no se usan, o no se espera que se usen rutinariamente las plántulas generadas *in vitro*.

Se espera que del control biológico salgan técnicas prometedoras de control alternativo, el uso de los simbiontes de raíces y el desarrollo genético de plantas resistentes. Este último es actualmente el tema más activo y apoyado, y algunos cultivares resistentes ya han sido implementados. Además, son muy interesantes las perspectivas para los intentos de transgenias beneficiosas. Se ha iniciado algunos programas sobre interacciones de micorrizas-nematodos, y dentro de dos o tres años tendríamos algunas respuestas acerca de la potencialidad de los MVA para el control de nematodos. El control biológico en su sentido estricto (el uso de antagonistas vivientes) es un problema más complejo, en lo que concierne a los patógenos del suelo, especialmente los endoparásitos. Sin embargo, esto en ningún caso debería ser pretexto para desestimar programas de investigación que, al contrario, deben ser fomentados.

En cualquier caso, la complejidad de las comunidades de nematodos obstaculizan la eficiencia y la durabilidad de muchos métodos de control. Los agrosistemas y las plagas que los acompañan están en evolución permanente y cualquier medida de control inducirá, más o menos rápidamente, cambios en el complejo especies/patotipos. Sólo una colaboración permanente y con una retroalimentación continua entre el productor y la comunidad científica pueden permitir la adaptación de los métodos de control continuamente, tomando en cuenta cada situación local.

Referencias

- ADIKO, A. 1988. Plant-parasitic nematodes associated with plantain, *Musa paradisiaca* (AAB), in the Ivory Coast. *Revue de Nématologie* 11:109-113.
- BLAKE, C. D. 1961. Root rot of banana caused by *Radopholus similis* (Cobb) and its control in New South Wales. *Nematologica* 6: 295-310.
- BLAKE, C. D. 1966. The histological changes in bananas roots caused by *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus*. *Nematologica* 12: 129-137.
- BRIDGE, J. 1988. Plant nematode pests of banana in East Africa with particular reference to Tanzania. In: *Nematodes and the Borer Weevil in Bananas, Proceedings of an INIBAP Workshop, Bujumbura, Burundi, 1987*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 35-39.
- BRIDGE, J. 1993. Worldwide distribution of the major nematode parasites of bananas and plantains. In: Gold, C.S. and Gemmel, B. (eds) *Proceedings of Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases in Africa, Cotonou, Bénin, 12-14 November 1991*. The Printer, Davis, California, USA, pp.195-198.
- CAVENESS, F.E. and T. BADRA 1980. Control of *Helicotylenchus multicinctus* and *Meloidogyne javanica* in established plantain and nematode survival as influenced by rainfall. *Nematropica* 10: 10-14.
- CAYROL, J.C., DJIAN-CAPORALINO, C., PANCHAUD-MATTEI, E. 1992. La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Courrier de la cellule environnement de l'INRA*: 17, 31-44.
- COLBRAN, R. C. 1964. Cover crops for nematode control in old banana land. *Queensland Journal Of Agricultural Science*, 21:233-236.
- DAVIDE R.G. 1994. Biological control of banana nematodes: development of Biocon I (Bioact and Biocon II technologies. In: Valmayor, R.V., Davide, R.G., Stanton, J.M., Treverrow, N.L. and Roa, V.N. *Banana nematodes and weevil borers in Asia and Pacific. Serdang Selangor, Malaysia, 18-22 april 1994*. INIBAP/ASPNET, Los Baños, Philippines, pp. 139-146.
- DECLERCK, S., C. PLENCHETTE, D.G. STRULLU. 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant and Soil*. 176: 183-187.
- DECLERCK, S., D.G. STRULLU, C. PLENCHETTE, C. 1996a. *In vitro* mass production of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus versiforme* associated with Ri T-DNA transformed carrot roots. *Mycological Research* 100: 1237-1242.
- DECLERCK, S., D.G. STRULLU, C. PLENCHETTE, T. GUILLEMETTE. 1996b. Entrapment of in vitro produced spores of *Glomus versiforme* in alginate beds : in vitro and in vivo inoculum potential. *Journal of biotechnology*. 48: 51-57.
- DE GUIRAN, G., A. VILARDEBO, A. 1961. Le banaier aux îles Canaries. VI. Les nématodes parasites. *Fruits*. 17: 263-277.
- DE WAELE, D. 1996. Plant resistance to nematodes in other crops : relevant research that may be applicable to *Musa*. In: Frison, E.A., Horry, J.P. and De Waele, D. (eds) *New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka. Proceedings of the workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, 2-5 October 1995*. IPGRI, CIRAD, MARDI, INIBAP, pp. 108-118.
- FALLAS, G., J.L. SARAH, M. FARGETTE. 1995. Reproductive fitness and pathogenicity of eighth *Radopholus similis* isolates on banana plants (*Musa* AAA, cv. Poyo). *Nematropica*. 25:135-141.
- FALLAS, G., M. HAHN, M. FARGETTE, P. BURROWS, J.L. SARAH. 1996. Molecular and biochemical diversity among isolates of *Radopholus similis* from different areas of the world. *Journal of*

Nematology. 28:422-430.

- FOGAIN, R. 1996. Screenhouse evaluation of *Musa* for susceptibility to *Radopholus similis*: evaluation of Plantains AAB and diploids AA, AB and BB. In: Frison, E.A., Horry, J.P. and De Waele, D. (eds) *New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka. Proceedings of the Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, 2-5 October 1995*. IPGRI, CIRAD, MARDI, INIBAP, pp. 79-88.
- GIBLIN-DAVIS, R., S. D. VERDAKE. 1988. Solarization for nematode disinfestation of small volumes of soils. *Annals of Applied Nematology*. 2: 41-45.
- GOWEN S. R. 1975. Improvement of banana yields with nematicides. *Proceedings 8th British Insecticide and Fungicide Conference, Brighton 1975*, pp. 121-125.
- GOWEN S. R. 1996. The source of nematode resistance, the possible mechanisms and the potential for nematode tolerance in *Musa*. In: Frison, E.A., Horry, J.P. and De Waele, D. (eds) *New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka, Proceedings of the Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, 2-5 October 1995*. IPGRI, CIRAD, MARDI, INIBAP, pp. 108-118.
- GOWEN, S. and O. QUÉNÉHERVÉ. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. In: Luc, M., Sikora, R. and Bridge, J. (eds) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB, London, UK. pp. 431-460.
- JAIZME-VEGA, M. C., P. TENOURY, J. PINOCHET, M. JAUMOT. 1997. Interactions between the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and *Glomus mosseae* in banana. *Plant and Soil*. 196: 27-35.
- JONES R. K. and D. L. MILNE. 1982. Nematode pests of bananas. In: Keetch, D.P. and Heyns J. (eds). *Nematology in Southern Africa*. Pretoria, Republic of South Africa. pp. 30-37.
- KATAN, J., 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pests. *Annual Review of Phytopathology*. 19: 211-236.
- LOOS, C. A. 1961. Eradication of the burrowing nematode, *Radopholus similis*, from bananas. *Plant Disease Reporter*. 29: 43-52.
- MC SORLEY, R., J. L. PARRADO. 1986. *Helicotylenchus multicinctus* on bananas : an international problem. *Nematropica*. 16: 73-91.
- MAAS, P. W. T. 1969. Two important cases of nematode infestation in Surinam In: Peachey, J.E. (Ed.) *Nematodes of tropical crops*. Commonwealth Agricultural Bureaux, St Albans, England. pp. 149-154.
- MATEILLE, T., B. FONCELLE, and H. FERRER. 1988. Lutte contre les nématodes du bananier par submersion du sol. *Revue de Nématologie*. 11: 235-238.
- MATEILLE, T., T. ADJOVI, R. HUGON. 1992. Techniques culturales pour la lutte contre les nématodes du bananier en Côte d'Ivoire : Assainissement du sol et utilisation de matériel sain. *Fruits*. 47: 281-290.
- MATEILLE, T., P. QUÉNÉHERVÉ, R. HUGON. 1994. The development of plant-parasitic nematode infestations on micro-propagated banana plants following field control measure in Côte d'Ivoire. *Annals of Applied Biology*. 125: 147-149.
- MELIN, P., G. PLAUD, and H. TÉZENAS du MONTCEL. 1976. Influence des nématodes sur la culture du plantain. *Fruits*. 31: 688-691.
- MENENDEZ, T. and K. SHEPHERD. 1975. Breeding new bananas. *World Crops*. 27: 104-112.

- MILNE, D. L. and D. T. KEETCH. 1976. Some observations on the host plant relationships of *Radopholus similis* in Natal. *Nematropica*. 6: 13-17.
- MINZ, G., D. ZIV and D. STRICH-HARARI. 1960. Decline of banana plantations caused by spiral nematode in the Jordan valley and its control by DBCP. *Ktavim*. 10: 147-157.
- PINOCHET, J. 1977. Occurrence and spatial distribution of root-knot nematodes on bananas and plantains in Honduras. *Plant Disease Reporter*. 61: 518-520.
- PINOCHET, J. 1986. A note on nematode control practices on bananas in Central America. *Nematropica*. 16: 197-203.
- PINOCHET, J. 1988. Comments on the difficulty in breeding bananas and plantains for resistance to nematodes. *Revue de Nématologie*. 11: 3-5.
- PINOCHET, J. and P. R. ROWE. 1978. Reaction of two banana cultivars to three different nematodes. *Plant Disease Reporter*. 62: 727-729.
- PINOCHET, J. and P. R. ROWE. 1979. Progress in breeding for resistance to *Radopholus similis* in banana. *Nematropica*. 9: 76-78.
- PINOCHET, J., C. FERNANDEZ, M. C. JAIZME-VEGA, P. TENOURY. 1996. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. *Hortscience*. 32: 101-103.
- PRICE, N. S. 1994. Field trial evaluation of nematode susceptibility in *Musa*. *Fundamental and Applied Nematology*. 17: 391-396.
- PRICE, N. S. and J. BRIDGE. 1995. *Pratylenchus goodeyi* a plant parasitic nematode of the montane highlands of Africa. *Journal of African Zoology*. 6: 435-442.
- PRICE, N. S. and C. G. MC LAREN. 1996. Techniques for field screening of *Musa* germplasm. In: Frison, E.A., Horry, J.P. and De Waele, D. (eds) *New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka, Proceedings of the Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia, 2-5 October 1995*. IPGRI, CIRAD, MARDI, INIBAP, pp. 87-107.
- QUÉNÉHERVÉ, P. and P. CADET. 1985. Etude de la dynamique de l'infestation en nématodes transmis par les rhizomes du bananier cv Poyo en Côte-d'Ivoire. *Revue de Nématologie*. 8: 257-263.
- RODRIGUEZ-KABANA, R. 1992. Cropping systems for the management of phytonematode. In: Gommers, F.J. and Maas, P.W.T. (eds) *Nematology from molecule to ecosystems*. Wilderwink, The Netherlands, pp. 219-233.
- ROWE, P. and F. ROSALES. 1994. *Musa* breeding at FHIA. In: Jones D.R. (ed.). *The Improvement and Testing of Musa : a Global Partnership*. INIBAP, Montpellier, France. pp. 117-129.
- SARAH, J. L., A. LASSOUDIÈRE and R. GUÉROUT. 1983. La jachère nue et l'inondation du sol, deux méthodes intéressantes de lutte intégrée contre *Radopholus similis* dans les sols tourbeux de Côte d'Ivoire. *Fruits*. 38: 35-42.
- SARAH, J. L. 1985. Les nématodes des bananiers plantains en Côte d'Ivoire. In: *La Coopération Internationale pour une Recherche Efficace sur le Plantain. Proceedings of the Third Meeting of the International Association for Research on Plantain and Banana*. Abidjan, Côte d'Ivoire, 27-31 mai 1985, pp 89-93.
- SARAH, J. L. 1989. Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica*. 19: 199-216.
- SARAH, J. L. 1995. Les nématodes phytoparasites, une composante de la fertilité du milieu. In: Pichot, J., Sibelet, N. and Lacoëuilhe, J.J. (eds) *Fertilité du milieu et stratégies paysannes*, Montpellier, France, 13-17 novembre 1995. CIRAD, Montpellier, France, pp. 180-188.
- SARAH, J. L., F. BLAVIGNAC, C. SABATINI and M. BOISSEAU. 1992. Une méthode de laboratoire pour le

- criblage variétal des bananiers vis-à-vis des nématodes. *Fruits*. 45: 35-42.
- SAYRE, R. M., W.P WERGIN and D. STURHAN 1991. Comparison of the fine structure of *Pasteuria* sp. from *Heterodera glycines* with a related bacterium parasitizing *Heterodera goettingiana*. *Nematologica*, 36:390.
- STRULLU, D. G. 1991. Les relations entre les plantes et les champignons. In : Strullu, D.G., Garbaye J., Perrin, R. and Plenchette, C. (eds), *Les Mycorhizes des Arbres et Plantes Cultivées*, Lavoisier, Paris, pp. 9-49.
- STANTON, J. M. 1994. Status of nematode and weevil borer affecting banana in Australia. In: Valamayar, R., Davide, R.G., Stanton, J.M., Treverrow, N.L. and Roa, V.N., (eds) *Banana Nematode and Weevil Borers in Asia and the Pacific. Serdang Selangor, Malaysia, 18-22 April 1994*. INIBAP/ASPNET, Los Baños, Philippines, pp. 48-56.
- STOVER R. H. 1972. *Banana Plantain and Abaca Diseases*. Kew: Commonwealth Mycological Insitute: 316p.
- TERNISIEN, E. and P. MELIN. 1989. Etude des rotations culturales en bananeraies. *Fruits*. 44: 373-383.
- UMESH, K. C., K. KRISHNAPPA and D. J. BAGYARAJ. 1988. Interraction of burrowing nematode, *Radopholus similis* and VA mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* in banana. *Indian Journal of Nematology*. 18: 6-11.
- VALETTE, C., C. ANDARY, L. MONDOLOT-COSSON, M. BOISSEAU, J. P. GEIGER, J. L. SARAH and M. NICOLE. 1996. Histochemistry and cytochemistry of phenolic compounds in banana roots following infection with the nematode *Radopholus similis*. *Proceedings of Third International Nematology Congress. Gosier, Guadeloupe, 7-12 juillet 1996*.(Absract).
- VALETTE, C., M. NICOLE, J.L. SARAH, M. BOISSEAU, B. BOHER, M. FARGETTE and J.P. GEIGER. 1997. Ultrastructure and cytochemistry of interactions between banana and the nematode *Radopholus similis*. *Fundamental and Applied Nematology*. 20: 65-77.
- WEHUNT, E. J. and E. I. EDWARDS. 1968. *Radopholus similis* and other species on bananas. In: Grover, C. and Perry, V.G. (eds.) *Tropical Nematology*. Florida, USA. pp. 1-19
- WEHUNT, E. J., D. J. HUTCHINSON and E.I. EDWARDS. 1978. Reaction of banana cultivars to the burrowing nematode (*Radopholus similis*). *Journal of Nematology*. 10: 368-370.

Manejo integrado de plagas del gorgojo del banano, con énfasis en Africa Oriental

Clifford S. Gold¹

Introducción

La meseta de los Grandes Lagos de Africa Oriental ha evolucionado hasta ser como un centro secundario de diversidad de tipos de la variedad *Musa* (Stover y Simmonds, 1987), con por lo menos 84 clones únicos, localmente desarrollados, e incluyendo tipos (*Musa* AAA-EA) de cocción (*matooke*) y hervibles para producción de cerveza (*mbidde*) (Karamura, 1998). Uganda es el productor primario de la región y el consumidor mundial líder de banano. Más de 1.8 millones de granjeros Ugandeses cultivan bananos de cocción (Ministerio de Agricultura de Uganda, 1992). La mayor parte de la producción proviene de parcelas pequeñas (por ejemplo < 0.5 ha). Los bananos de cocción son el producto alimenticio de la canasta básica más importante en Uganda.

Desde los años 60, un declive acelerado en el rendimiento en las áreas de cultivo tradicionales en Uganda central ha llevado al reemplazo del banano de cocción con clones exóticos (Tipos AB y ABB) usados para la producción de cerveza, y con cultivos anuales. Durante el mismo período la producción de banano de cocción se ha intensificado en el suroeste del país, como respuesta al cambio de preferencias alimenticias y a la creciente demanda del mercado urbano. La región suroccidental estaba originalmente dominada por pastizales y producción de mijo.

El gorgojo del banano, *Cosmopolites sordidus* Germar, ha sido reportado como un constrictor de importancia en la producción de banano de cocción de tierras altas y una causa primaria del declive de la producción de bananos en Uganda central (Gold *op. cit.* 1993). Desde 1991 el Instituto Internacional de Agricultura Tropical -IITA²- ha colaborado con el Programa Nacional de Investigación del Banano -NBRP-³ de Uganda, en la investigación del gorgojo

¹IITA, P.O. Box 7878, Kampala, Uganda

²Por sus siglas en inglés. (Nota del Traductor)

³Por sus siglas en inglés. (N., del T.)

del banano. Al inicio de este proyecto se sabía muy poco acerca de la distribución o extensión del gorgojo, su estatus como plaga, su biología y su manejo.

La investigación en estos campos se ha llevado a cabo a través de entrevistas a los granjeros, encuestas, estudios del centro de investigaciones, participación de los agricultores y estudios de finca en ciertos sitios escogidos del país.

Los resultados sugieren que ningún método, por sí solo, será capaz de proveer un control completo del gorgojo del banano. En consecuencia, una amplia estrategia de manejo integrado de plagas –MIP– podría proporcionar la mejor oportunidad de éxito en el control. Los componentes de un programa tal incluirían manejo del hábitat (control cultural), control biológico y desarrollo de resistencia en la planta anfitriona. A la fecha, la mayor atención ha ocurrido en las investigaciones al manejo del hábitat, el cual provee las únicas opciones de control actualmente disponibles para la mayoría de los productores de banano.

Muchos finqueros en Uganda ven el control químico como algo deseable (Gold *op. cit.* 1993). Sin embargo, el uso de insecticidas va más allá del alcance económico de la mayoría. Además, el gorgojo del banano ha demostrado capacidad para desarrollar resistencias a una amplia gama de insecticidas (Collins *op. cit.* 1991). La contaminación del ambiente, los efectos en otras poblaciones y la intoxicación humana han sido comúnmente asociados con el uso de insecticidas en el Tercer Mundo, pero no han sido documentados en plantaciones de banano en África.

Distribución o extensión del gorgojo del banano

En 1993 se condujo una encuesta de diagnóstico en todo el país para determinar la distribución y severidad de la plaga del gorgojo del banano en las áreas de producción bananera existentes. En 1995 se realizó una segunda encuesta para dilucidar qué fuerzas estaban tras el declive en la producción de banano en la Uganda central, y la concurrente intensificación del cultivo en el suroeste del país. En 1997 se condujo una encuesta para evaluar los efectos del manejo en la variabilidad de las poblaciones del gorgojo en las fincas comprendidas dentro de una misma vertiente en el distrito de Ntungamo, en Uganda suroccidental. Estos estudios fueron acompañados por pruebas, en el sitio, de disminuciones de productividad (1991-1995).

En la encuesta de todo el país se escogió 24 sitios cuadrícula (con cinco fincas por sitio) de un mapa cuadrículado en el que la zona de producción bananera estaba estratificada con base en elevación, precipitación pluvial y densidad de población (Jagtap, 1993; Gold *op. cit.*, 1994). Todas las aldeas tenían por lo menos niveles moderados de producción de banano (por ejemplo, más del 50% de los agricultores tenía cultivos de banano).

El banano de cocción de altura (AAA-EA) comprendía el grupo predominante de clones, habiéndose encontrado en todas las fincas, y representando un 73% del total de la producción de banano en Uganda. Los clones de banano de altura para cerveza (AAA-EA) representaron el tres por ciento de la producción. Los agricultores también cultivaron bananos tipo AB para postre (Ndizi) (7%) y de cocción para cerveza (Kisubi) (5%), banano de cocción para cerveza, tipo ABB (Kayinja = Pisang Awak) (8%), Gros Michel (AAA) (2%) y plátano (AAB) (2%). A pesar de lo pequeño del cultivo (menor de 200 matas en la mayoría de las fincas), los agricultores mantuvieron niveles altos de diversidad, con un promedio de 12 clones por finca (en un rango de 4 a 22).

El gorgojo del banano apareció a través de la Uganda meridional, excepto en aquellos sitios sobre los 1700 msnm (Gold *op. cit.* 1994). Los plátanos fueron los más duramente atacados por el gorgojo del banano, a la vez que el banano de altura pareció altamente susceptible. La variedad Gros Michel pareció moderadamente susceptible, a pesar de que el daño causado por el gorgojo fue primordialmente restringido a la periferia del cormo, con poca penetración al cilindro central. Las variedades Ndizi, Kisubi y Kayinja lucieron ser todas resistentes al gorgojo.

En general, el daño causado por el gorgojo a los clones de altura (AAA-EA) fue más severo entre los 1000-1100 msnm y disminuyeron con la altura. El ataque más fuerte ocurrió en algunos sitios en los distritos de Iganga, Kibale, Luwero, Másaka, Mpigi y Mukono. Discernir el por qué algunos sitios parecieron ser más vulnerables al ataque del gorgojo del banano que otros ha sido difícil, debido a la multitud de factores que difieren de sitio a sitio (elevación, suelos, clima, manejo, cultivares, etc.). Sin embargo, la alta variación en el daño causado por el gorgojo también se encontró entre fincas en los mismos sitios, lo que sugiere que el manejo puede jugar un papel importante en la regulación de la población de gorgojos.

En la encuesta del distrito de Ntungamo los estimados de población, determinados a través de estudios de marcación y recaptura, oscilaron de 1600 a 149 000 gorgojos/ha (1.5-130 gorgojos/estera). El análisis de los componentes principales no mostró ninguna relación entre el manejo (por ejemplo recomposición de suelos, cultivo alterno anual, cultivo de banano y café mezclado, deshierbe y limpieza) y la densidad poblacional, mientras que la limpieza de la planta estaba altamente relacionada a un bajo daño por parte del gorgojo (Gold y Okech, datos sin publicar).

Estos resultados fueron sorprendentes pues otros estudios han mostrado consistentemente una alta población de gorgojos en sistemas de recubrimiento con material orgánico (Price, 1993; Rukazambunga, 1996; Gold y Okech, datos sin publicar).

En una prueba *in situ*, por ejemplo, Rukazambunga (1996) encontró el doble de gorgojos en lotes que habían sido recubiertos con material orgánico que en lotes con cultivos intermezclados o cultivares únicos sin recubrimiento. El hecho de que la densidad del gorgojo en la finca no pudiera ser relacionado al recubrimiento, sugiere que los sistemas de cultivo de banano son altamente complejos, con diferentes componentes de manejo que incentivan o desincentivan el crecimiento de gorgojos. El resultado neto es que es difícil discernir relaciones entre prácticas de manejo y la presión que ejerce el gorgojo a nivel de finca sin hacer experimentos controlados.

El estudio sobre cambios geográficos del banano de cocción de altura en Uganda confirmó el declive rápido del banano en sus áreas tradicionales. La producción de banano de cocción en los sitios en Uganda central cayeron del 18% del total de cultivos alimenticios y del 7% de la producción generadora de divisas total en los años 70, al 4% y 2% respectivamente en los años 90 (Gold *op. cit.* 1998a). Los agricultores identificaron el aumento en el daño causado por el gorgojo del banano como la causa más importante del declive antes mencionado, aunque la disminución en la disponibilidad de mano de obra, los estándares de manejo más bajos y el decremento del estado de los nutrimentos en los suelos también fueron factores contribuyentes importantes. La verificación en las fincas corroboró las observaciones de los agricultores: los niveles de población de gorgojo fueron los más altos encontrados a la fecha en Uganda (con medias de 9-10%, en contraste con el 3% promedio de todo el país), cuando las muestras foliares mostraron deficiencias nutricionales de Mg, N, y K.

La reducción en el cuidado del manejo desde los años 70 se atribuyó a (1) la falta de observancia de las leyes gubernamentales; (2) el decremento de la disponibilidad de mano de obra; y (3) el cambio de atención a otros cultivos o actividades. De estas, el cambio en el flujo de mano de obra, desde influjo neto a la región hasta los años 70, hasta una migración neta desde la región en los años 80 y 90 (F. Bagamba, comunicación personal) pareció ser lo más importante.

Los agricultores relacionaron el ataque de gorgojo de banano con el deterioro de los estándares de manejo (Gold *op. cit.* 1998a). A pesar de que la mayor parte de los agricultores no tenía claras las relaciones causales, algunos sugirieron que los problemas provocados por el gorgojo habían sido agravados por la falta de limpieza de los campos (deshierbe, deshoje y remoción de residuos del cultivo). Las deficiencias nutricionales en los suelos también parecieron ser un resultado directo del declive en el manejo, más que una “extenuación del suelo”, como fuese postulado por los agricultores.

En el suroeste de Uganda la importancia del banano de cocción en cuanto fuente de ingresos se cuadruplicó entre los años setenta y los noventa (Gold *op. cit.* 1998a).

El cultivo de banano inicialmente penetró la región por la facilidad en producción y la estabilidad de su rendimiento. La producción de racimos grandes atrajo a los mercaderes y la demanda urbana empujó aún más la expansión del cultivo. Con los incentivos de mercado actuales, los estándares de manejo del banano se han mantenido altos. Bajo los niveles actuales de manejo es poco probable que los agricultores del suroeste de Uganda experimenten un proceso de declive como el que le ocurrió a la región central. Sin embargo, persiste la preocupación sobre la falta de reemplazo de los nutrientes que abandonan la finca en forma de fruta vendida para un mercado que puede, eventualmente, llevar a una situación no sostenible.

Estatus de plaga del gorgojo del banano

La disminución de rendimiento en el banano de cocción de altura (*cv Atwalira*), debida al gorgojo del banano, fue estudiada en experimentos de campo en Uganda (Rukazambunga, *op. cit.* 1998). Se liberó gorgojos en un campo nueve meses después de haberse plantado. Las poblaciones de gorgojo, el daño al cormo, el crecimiento de las plantas y el rendimiento fueron evaluados a través de cuatro ciclos de cosecha.

El daño causado por el gorgojo se registró como mayor al pasar el tiempo, con los niveles de daño duplicándose de la primera cosecha al primer retoño, y de allí duplicándose de nuevo entre el primero y el tercer retoño. El efecto del daño fue mayor sobre el peso del racimo que en el tamaño de planta o tiempo de maduración (Rukazambunga, *op. cit.*, 1998). Las disminuciones en el rendimiento incrementaron con cada ciclo de cosecha y estuvieron en un rango de cuatro por ciento en el primer ciclo, hasta 48% en el cuarto ciclo. El efecto acumulativo del alto daño sostenido a lo largo de varios ciclos de cultivo resultó en una reducción aún mayor en el peso del racimo que el causado por niveles similares de daño en un solo ciclo. Esto indica que el daño de gorgojo del banano tiene efectos negativos en el vigor de los descendientes (retoños del cultivo) (Rukazambunga, *op. cit.*, 1998).

La información sugiere que el daño que causa el *C. sordidus* es la causa más importante del declive del banano de altura y su desaparición en Uganda central. Una extrapolación de los resultados obtenidos por Rukazambunga, (*op. cit.* 1998), por ejemplo, sugiere que los niveles de daño encontrados en los sitios de estudio pueden representar un 20% de las disminuciones en el rendimiento en un solo año, y hasta 60% de disminución en el rendimiento si este nivel de ataque se mantiene a lo largo de tres años.

En un segundo experimento, Rukazambunga (1996) investigó los efectos del estrés inducido en la planta por el manejo, el gorgojo, su población, daños y

disminución en el rendimiento consecuentes. Cuatro tratamientos, (1) **cultivo mezclado** con mijo **de dedos**; (2) **control**; (3) adición de **estiércol** al momento de plantar; (4) adición de estiércol más la **cubierta protectora de material orgánico**, fueron empleados para crear distintos niveles de estrés/vitalidad en la planta anfitriona.

El desempeño del banano fue influido por el manejo con plantas más grandes y racimos en parcelas con cubiertas de material orgánico, así como el crecimiento y los rendimientos más pobres en cultivos mezclados. La más alta densidad de gorgojos adultos, sin embargo, se dio en parcelas cubiertas de material orgánico; lo más probable es que los gorgojos se aglomerasen en su ambiente preferido (por ejemplo suelos húmedos). El daño causado por el gorgojo, estimado como un porcentaje del corno consumido por las larvas, fue similar entre los tratamientos. Sin embargo, la cantidad total de corno consumido (medido en cm^2), fue mayor en bananos con cubierta de materia orgánica que en bananos con siembras mezcladas. El decremento en el rendimiento aumentó al transcurrir los ciclos de cultivo, sin importar la vitalidad del anfitrión, con las mayores pérdidas en el cuarto ciclo de cultivo. El porcentaje del decremento en rendimiento fue similar tanto para sistemas con cubierta de materia orgánica como para sistemas de cultivos mezclados; sin embargo, la disminución en el rendimiento en kg fue mucho mayor para bananos cubiertos de materia orgánica que para bananos con cultivo mezclado.

Por ejemplo, en el tercer retoño ambos sistemas tuvieron una reducción, en rendimiento, del 26%, pero esto se tradujo en una pérdida de 6.3 kg por racimo en sistemas de capa de materia orgánica y de 2.5 kg en sistemas de cultivo mezclado. Los otros tratamientos tuvieron desempeños intermedios de planta y niveles menores de reducción de rendimiento.

Estos resultados sugieren que los gorgojos del banano no necesariamente son un problema mayor en sistemas sometidos a estrés. Parece probable que la limpieza del cultivo tiene una mayor influencia en la poblaciones de gorgojo que los cambios en la calidad de la planta anfitriona en relación con la disponibilidad de agua y elementos nutritivos.

Biología del gorgojo del banano

El fundamento de cualquier programa de manejo integrado de plagas es un entendimiento claro de la biología, el comportamiento y las dinámicas poblacionales del insecto plaga. Los estudios sobre biología de las plagas proveerá un conocimiento profundo de las mortalidades intrínsecas y descartables, las etapas vulnerables para programar intervenciones, los tipos de control que probablemente sean más efectivos y la interpretación de los efectos de las medidas

de control en las poblaciones de las plagas y su daño. Por ejemplo, el impacto de los métodos de control (captura, entomopatógenos) que reducen el número de gorgojos adultos, puede ser amortiguado si la oviposición depende fuertemente de la densidad existente, o si hay altos niveles de inmigración de los campos circundantes. De igual forma, los efectos de un enemigo natural que ataque los huevecillos de gorgojo serán menos importantes si ya hay una alta mortalidad en los mismos y en las larvas.

Distribución y movimiento

Los gorgojos del banano no son comúnmente observados en el campo, a menos que se les recolecte en trampas. Los estudios sobre la distribución de adultos dentro de los cultivos de banano revelaron que la mayor parte de los gorgojos del banano estaba asociada a la planta (primordialmente en hojas envainadas) (43%) o el suelo en la base de la mata (24%) (Gold y Night, datos sin publicar). Un tercio de los gorgojos fue encontrado en residuos de la cosecha con cormos cortados y residuos de pseudotallos, mientras que un número insignificante se halló en la basura de hojas o el suelo lejos de las matas. Claramente, la distribución de los gorgojos está influida por los niveles de limpieza del cultivo.

Los estudios sobre comportamiento, realizados en el Centro Internacional para la Fisiología de los Insectos y la Ecología –CIFIE–, de Kenya, sugieren que, en cualquier momento, parte de la población del gorgojo del banano está inactiva (S. Lux, comunicación personal). A pesar de que se ha demostrado que los gorgojos se mueven hasta 35 m en un período de tres días (Gold y Bagabe, 1997), parece que la mayoría de ellos son relativamente sedentarios. En experimentos ugandeses de campo menos del 3% de los gorgojos marcados fueron recapturados y se habían movido a través de pasillos de 20 m hasta plantaciones nuevas (Gold *op. cit.*, 1998). En un experimento iniciado recientemente se marcó individualmente y se soltó a 2000 gorgojos. En seis períodos de observación (estación seca), del 50 al 80% fueron encontrados en las mismas matas donde se les había observado la última vez (Gold y Kagezi, datos sin publicar).

Los patrones de movimiento de los gorgojos del banano tienen implicaciones en su manejo. Las técnicas actuales de captura probablemente atraparán sólo a aquellos que se encuentren en la vecindad inmediata de las trampas, pero hace falta ver hasta qué distancia atraerán gorgojos las feromonas y los volátiles de planta, y cómo se puede usar estas para mejorar la eficiencia de las trampas. De igual forma, plantas no anfitrionas (por ejemplo, con las que se hace el cultivo intercalado) a menudo interfieren con la ubicación del anfitrión o la repelencia de insectos. De esta forma, los sistemas de cultivo diversificados frecuentemente reducen la presión ejercida por hervíboros mediante el decrecimiento de la tasa de inmigración y, o, el crecimiento de la tasa de migración.

Sin embargo, para los insectos sedentarios es menos probable entrar en contacto con, y en consecuencia, ser afectados por los cultivos intercalados y los abonos verdes.

Oviposición

El gorgojo del banano pone hasta cuatro huevos por hembra por semana en el laboratorio, y de 0.5 a 1.2 huevos por hembra por semana bajo condiciones de campo (Abera, 1997; Abera *op. cit.* 1997). La oviposición en el campo es considerablemente menor que la fecundidad potencial, tanto que 22 huevos maduros (promedio 10) se hallaron almacenados en el cáliz de gorgojos disectados (Gold y Abera, datos sin publicar). La oviposición también parece ser más baja cuando hay mayores densidades de insectos. Los gorgojos más pequeños se produjeron en el laboratorio y tenían menos huevos almacenados al momento de la disección. Esto sugiere que los efectos subletales de las plantas anfitrionas resistentes, los endofitos u otros factores, pueden reducir la presión de los gorgojos a través de efectos en su vitalidad.

El momento y distribución de ataque del gorgojo en el banano de altura fue estudiada en experimentos de campo en Uganda (Abera, 1997; Abera *op. cit.* 1997). Con una densidad de 20 gorgojos por mata, la oviposición ocurrió en 25% de los hijos menores de seis meses de edad, con promedio de tres huevos por planta. En contraste, 85% de las plantas florecidas fueron atacadas con una oviposición promedio de 12 huevecillos por planta. Arriba del 90% de la oviposición ocurrió en las hojas envainadas en la base del pseudotallo, mientras que el resto se encontró en el cormo y en las raíces cerca de la superficie del suelo. Sesenta y cuatro por ciento de la ubicación de los huevos fue bajo la superficie terrestre. La ubicación subterránea de los huevos sugiere que algunos depredadores, tales como hormigas, podrían ser más efectivos que los posibles parasitoides de huevos.

Estudios de tasa de vida

Los insectos inmaduros tienen un crecimiento discontinuo, con aumentos incrementales en tamaño después de cada muda. Las etapas larvales pueden entonces ser separadas basándonos en la anchura de la cápsula cefálica. La separación de las etapas larvales a las etapas inter-mudas fue determinada mediante un ajuste al modelo de distribuciones de frecuencia de anchuras de cápsula cefálica larval entre larvas cultivadas en el laboratorio y larvas recolectadas en el campo (Gold, Nemeye y Coe, datos sin publicar). En la población del laboratorio la mayoría de las larvas de gorgojo pasaron a través de aproximadamente 5-7 etapas inter-muda, con 74% de ellas entrando en su etapa pupal después de seis

etapas inter-muda. Unos pocos individuos tuvieron ocho etapas. Los promedios de anchura de cápsula cefálica para las primeras cuatro etapas mostraron un parecido cercano entre ambas poblaciones de laboratorio y campo. El método de análisis no fue lo suficientemente sensitivo como para separar etapas inter-muda posteriores.

La duración de la metamorfosis desde huevo del gorgojo del banano y su larva fue determinada bajo condiciones ambiente en tres experimentos en Uganda. Las larvas completaron su desarrollo en 21-40 días (la mayoría en menos de 30) y pasaron entre tres y cinco días en cada inter-muda. El período pre-pupal promedió 4.6 días, mientras que la etapa pupal promedió 7.0 días. En total, el período desde huevo hasta adulto duró de seis a ocho semanas.

Se ha diseñado estudios de supervivencia para determinar los niveles de mortalidad intrínseca en etapas como huevo y larvales del gorgojo del banano. Se sembró ocho parcelas en Noviembre de 1996: la mitad de los lotes excluyen hormigas depredadoras *Myrmica* (por ejemplo *Tetramorium* y *Pheidole*) mediante la aplicación de un plaguicida selectivo (Amdro). Hijos primarios y las plantas ya florecidas son sistemáticamente muestreadas para establecer curvas de población.

Manejo integrado de plagas

Los agricultores africanos de escasos recursos se ven a menudo confrontados por una complejidad de problemas (plagas, enfermedades, fertilidad de suelos), cuyo manejo y control está por encima de sus medios (Gold *op.cit.* 1993). Esto sugiere que los sistemas de bajos insumos, que sufren de varios tipos de estrés (suelos, etc.), son más vulnerables a disminuciones en el rendimiento, adicionales con el gorgojo del banano; en otras palabras, los problemas del gorgojo pueden ser peores en situaciones donde el agricultor tiene menor capacidad para reaccionar. En consecuencia, no solamente se debe probar como efectivas las estrategias de intervención para controlar el gorgojo del banano, sino que además se debe demostrar que son asequibles para la mayoría de agricultores.

Hasta la fecha el manejo del hábitat es la única opción disponible para la mayor parte de los agricultores que cultivan banano de altura. Las alternativas de control biológico son, por el momento, limitadas por la falta de enemigos naturales efectivos, aunque el control microbioal puede ser prometedor. La resistencia de la planta anfitriona representa una estrategia a largo plazo.

Manejo del hábitat

El manejo del hábitat ofrece una primera línea de defensa contra los herbívoros (Altieri y Letourneau, 1982) al crear un ambiente que reduzca el movimiento de

las plagas, promueva el vigor de la planta y su tolerancia a la plaga, y, o, bien es desfavorable al crecimiento acumulativo de la plaga. Para el gorgojo del banano el manejo del hábitat incluye el uso y siembra de material limpio, la selección de sistemas de cultivo que puedan disuadir al gorgojo del banano, prácticas agrícolas mejoradas para promover el vigor de la planta, manejo de los residuos del cultivo y trampas. Tales métodos han sido ampliamente recomendados como medios para controlar al gorgojo. Sin embargo, los datos que demuestran la eficacia de estos controles dejan mucho que desear. Es más, esos controles exigen mucho trabajo (mano de obra) y pueden estar más allá del alcance económico de muchos agricultores.

Los protocolos de investigación sobre controles culturales incluyen: (1) estudios de eficacia a través de experimentos controlados en la estación y en el campo y, o, por medio de investigación participativa del agricultor en sitios usados como puntos de referencia; (2) estudios para ganar una perspectiva en cómo el manejo del hábitat afecta las dinámicas de población del gorgojo; tal información puede ser usada entonces para refinar ulteriormente los controles culturales; (3) evaluación de la respuesta/adopción, por parte del agricultor, de los controles culturales a través de entrevistas a los agricultores y estudios de adopción.

Material de siembra libre de infestación

Los gorgojos del banano rara vez vuelan y su diseminación a campos nuevos se hace primordialmente a través de material de siembra infestado. Un material de siembra libre de infestación puede disminuir esta fuente, reduce las poblaciones de gorgojo iniciales y, consecuentemente, retarda su crecimiento. Como los gorgojos del banano adultos son móviles sólo en distancias cortas, el uso de material de siembra libre de infestación es, en consecuencia, lo más apropiado para nuevas plantaciones de banano. Hijos tratados que se siembren en, o adyacentes a, campos infectados pueden ser rápidamente atacados por gorgojos migrantes. La poda o recorte y, o, el tratamiento con agua caliente para eliminar huevos o larvas de gorgojo fueron inicialmente propuestos por Sein (1934), no obstante que la información acerca de sus efectos es limitada (Gettman *op. cit.* 1992). A pesar de todo, ambos métodos son ampliamente recomendados.

La eficacia de la poda y el tratamiento de agua caliente en la eliminación de huevos y larvas de gorgojo también fue probada en Uganda. La poda o recorte, que removió más del 90% de los huevecillos de gorgojo, tuvo pocos efectos en estas larvas. La mortalidad de huevos y larvas de gorgojo fue registrada también después de la inmersión de hijos de banano infestados en cuatro regímenes de agua caliente: 43 °C durante dos horas, 43 °C durante tres horas, 54 °C durante 20 minutos y 60 °C durante 15 minutos.

Todos estos tratamientos resultaron en una mortalidad del 100% de los huevos. Sin embargo, sólo los baños de agua caliente a 43 °C durante tres horas probaron alta mortalidad (= 94%) de las larvas (Gold, *op. cit.* 1998b). La mortalidad larval en otros tratamientos fue sólo entre 26-32%.

Dos pruebas fueron montadas también para cuantificar los efectos de sembrar material libre de infestación en poblaciones de nematodos y gorgojos, y en los crecimientos y rendimientos de las plantas. Los tratamientos incluyeron: (1) hijos no tratados (controles); (2) cormos podados; (3) cormos mondados y tratados con agua caliente (54 °C durante 20 min.).

En la Prueba 1, los números de gorgojos en material podado y material podado/tratado con agua caliente (Gold, *op. cit.* 1998b). fueron más bajos que en las parcelas de control hasta los 11 meses, mientras que en la Prueba 2, parcelas cultivadas con material podado y material podado/tratado con agua caliente tuvieron números menores de gorgojos durante 27 y 20 meses, respectivamente (Gold, *op. cit.* 1998b). Los niveles de daño causado por el gorgojo fueron 70-200% mayores que en las parcelas cultivadas con material de siembra tratado para el cultivo de la planta. Sin embargo todos los tratamientos mostraron un daño provocado por el gorgojo similar en el primer retoño. El tratamiento de agua caliente proveyó un control de nematodos excelente para la duración de ambas pruebas (Gold, *op. cit.* 1998c).

En ambas pruebas las parcelas cultivadas con material tratado tuvieron tasas de maduración más rápidas y menores niveles de pérdidas de plantas debido a las plagas. En la Prueba 1, 21% de las plantas en el cultivo se perdió debido a gorgojos y nematodos, comparado con un 2% en las parcelas tratadas. En la Prueba 2, la pérdida de plantas debida a gorgojos y nematodos fue 34% en los controles, 4% en las parcelas tratadas. Consecuentemente, los rendimientos por hectárea fueron de 1.4 a 2.8 veces más altos en las parcelas sembradas con material limpio que las de control en los primeros 28 meses de las pruebas, a pesar de que no hubo efectos del tratamiento en el tamaño del racimo (Gold, *op. cit.* 1998c).

Es poco probable que los agricultores ugandeses vayan a implementar los tres baños de agua caliente para el control del gorgojo del banano, en tanto que el régimen de temperatura más efectivo contra los nematodos (54 °C por 20 minutos) produjo un control limitado contra los gorgojos. La información sugiere que sólo la poda o recorte puede que sea la recomendación más apropiada para los agricultores de bajos recursos en la limpieza de gorgojos del material de siembra.

A pesar de todo, el tratamiento de agua caliente aún sería deseable en áreas donde los nematodos son un problema.

Sistemas de cultivo y su manejo

La aplicabilidad de los sistemas de cultivo múltiple para el control de gorgojo del banano puede que sea limitada. Los sistemas de cultivo intercalado a menudo resultan en una menor presión del insecto mediante la reducción de tasas de inmigración, interfiriendo con la ubicación de la planta anfitriona y aumentando las tasas de emigración (menor permanencia) (Altieri y Letourneau, 1982; Risch *op. cit.* 1983). Sin embargo, los gorgojos del banano son insectos sedentarios que viven en sistemas perennes en presencia de un abundante suministro de anfitriones.

Los efectos de los sistemas de cultivo en los niveles de población de gorgojos serían mayores probablemente a través de cambios en la calidad de la planta anfitriona y, o, en los microclimas (tales como los factores que influyen la humedad del suelo). A la fecha hay muy poca evidencia en África sobre enemigos naturales efectivos cuya acción pueda ser realizada a través de una diversificación de cultivos en la plantación de banano (cf. Root, 1973). Al mismo tiempo, la movilidad limitada del insecto sugiere que el cultivo mezclado tendrá un efecto mínimo en las tasas de la inmigración y emigración del gorgojo del banano o en el tiempo de permanencia.

La selección de sistemas de cultivo capaces de repeler al gorgojo del banano incluye el cultivo intercalado con cultivos anuales o con abonos verdes. En Tanzania una serie de pruebas de ese cultivo no produjo mezclas de cultivo viables que pudieran reducir tanto el número de gorgojos como producir rendimientos satisfactorios. Sin embargo, la información proveniente de Costa de Marfil sugiere que el cultivo intercalado de banano con café puede que reduzca el número de gorgojos (Kehe, 1988). El uso de abonos verdes como repelentes del gorgojo está actualmente siendo estudiado en laboratorio y análisis de campo. El trabajo preliminar en el ICIPE en Kenia también sugiere que los productos NEEM puede que sirvan como repelente contra gorgojos adultos y como biocida sistémico contra las larvas del gorgojo (R. Saxena y T. Musabyimana, comunicación personal).

Un estudio sobre prácticas agrícolas mejoradas para promover vigor en las plantas y resistencia/tolerancia al ataque del gorgojo (Rukazambunga, 1998) ya ha sido discutido en la sección sobre el estatus de plaga del gorgojo. No obstante que los rendimientos fueron mayores en sistemas con cubierta de capa vegetal que en sistemas de cultivo intercalado, las pérdidas en rendimiento fueron también mayores en parcelas con cubierta de capa vegetal.

Estudios adicionales, incluyendo los efectos de los balances de Mg^*K , la conservación del suelo y la colocación de la cubierta de capa vegetal, están en marcha actualmente.

Limpieza del cultivo

Es ampliamente aceptada la creencia de que la destrucción de los residuos del cultivo (el hendir los pseudotallos cosechados y, o, la remoción de cormos) elimina sitios de crianza para gorgojos, y reduce el daño a las plantas que quedan paradas. A pesar de que está claro que la destrucción de los residuos matará toda larva que haya en ellos, una hipótesis alternativa es que estos residuos actúen como trampas que atraigan hembras grávidas a los residuos y lejos de las plantas restantes.

En el distrito de Ntungamo los resultados fueron contradictorios: la limpieza del cultivo estaba muy relacionada con las diferencias en daño causado por el gorgojo en las fincas, pero no lo estaba con los niveles de población del gorgojo.

El papel de la limpieza del cultivo sobre la dinámica de población del gorgojo y el daño relacionado están siendo integrados actualmente como parte de una tesis doctoral. El estudio está examinando las preferencias de oviposición, las tasas de desarrollo, la supervivencia y la aptitud física de los adultos que emergen de los residuos (comparados con los que salen de plantas crecientes) y para diversos tipos de residuos. También se hará estudios a nivel de campo, tanto en estación como en finca.

Captura con trampas

La captura con trampas puede ser usada como medio de monitoreo del número de gorgojos (Delattre, 1980; Cárdenas y Arango, 1987) para establecer límites de acción (Mitchell, 1978), para controlar el gorgojo (Seshu Reddy *op. cit.* 1994; Bosch *op. cit.* 1995), y, o, para proveer un sistema de aplicación para hongos entomopatogénicos y nematodos (Castineiras *op. cit.* 1991; Treverrow, 1994).

La captura con trampas casi siempre incluye el uso de residuos del cultivo que atraen gorgojos adultos. El medio más común para capturarlos es mediante “trampas de disco en tocón” y “trampas pseudo-tallos”. Las primeras consisten en colocar una rebanada de cormo o de hoja sobre una planta cosechada cortada a la altura del cormo; en el segundo se corta pseudo-tallos cosechados en longitudes de 15-60 cm, se les hiende longitudinalmente por mitad y se les coloca boca abajo en el suelo (muy a menudo en la base de las matas). Las trampas que involucran material del cormo son más atractivas para los gorgojos que las que se componen solamente de pseudotallos (Castrillón, 1991). Por ejemplo, Yaringamo y Van der Meer (1975), Nanne y Klink (1975), Mitchell (1980) y Cárdenas y Arango (1986) reportaron distintamente que las trampas de disco en tocón capturaban de tres a siete veces más que las trampas de pseudo-tallo.

No obstante, una planta cosechada puede producir sólo una trampa de disco en tocón (confinada por espacio), y muchas trampas pseudo-tallo (las que pueden ponerse en cualquier parte del campo).

El uso de trampas como medio para controlar gorgojos de banano ha sido recomendado por lo menos desde hace 70 años (Pinto, 1928). Las reducciones de gorgojos debidas a este uso han sido reportadas por Vilardebo (1950), Arleu y Neto (1984), Arleu *op. cit* (1984), Koppenhofer *op. cit* (1994), Seshu Reddy *op. cit* (1994) y Másansa (1997). Sin embargo, la eficacia de las trampas en el control del gorgojo ha sido controversial (INIBAP, 1998; Gowen, 1995) y los datos provenientes de estudios de campo han dejado mucho que desear.

Un foro participativo rural fue dirigido en el distrito de Ntungamo, suroeste de Uganda, hacia 1996. Los agricultores expresaron su preocupación sobre las bajas en el rendimiento del banano de cocción, las que atribuían primordialmente al gorgojo del banano. Las observaciones en el campo de los agricultores confirmaron los altos niveles de daño por esta causa. La mayoría de agricultores no sabía cómo abordar el problema y, en consecuencia, el interés en la investigación participativa era alto.

Los resultados de esta reunión formaron la base para la investigación participativa, a fin de probar la eficacia de las trampas de gorgojos del banano bajo el manejo de los agricultores. Los objetivos del estudio eran: (1) determinar la eficiencia de las trampas en la remoción de gorgojos a diferentes densidades y bajo diversos niveles de densidad de trampas; (2) investigar el efecto de la remoción de gorgojos, población y daño causado; (3) dilucidar la factibilidad de usar trampas a nivel de finca. Los tratamientos incluyeron trampas manejadas por el investigador (una trampa por mata por mes), trampas manejadas por el agricultor (con densidad de trampa a discreción del agricultor) y controles.

Tras un año de uso de trampas las poblaciones de gorgojos bajaron 61% en campos manejados por el investigador, 43% donde los agricultores administraron las trampas, y 23% en los controles (Gold y Okech, datos sin publicar). No obstante, los cambios de población fueron altamente variables entre las fincas que estaban dentro de los tratamientos y no hubo efectos significativos. Es más, hubo sólo una relación pobre entre el número de gorgojos removidos y el cambio de población en un campo.

Consecuentemente, los resultados sugieren que las trampas pueden, pero no siempre lo hacen, reducir el número de gorgojos. Adicionalmente, los agricultores estaban preocupados por los requerimientos de mano de obra y la disponibilidad de materiales para las trampas.

Estudios paralelos en el ICIPE encontraron que un alto porcentaje de los gorgojos podía ser removido con sistemas intensivos y continuos de trampas (dos por mata) a lo largo de varios meses (S. Lux, comunicación personal); pero

la cantidad de material requerido para dichas trampas era irreal. A pesar de todo, la eficacia de las trampas puede ser incrementada con el uso de semiquímicos, incluyendo feromonas y aromas volátiles de la planta. Esto podría resultar en un aceptable nivel de capturas de gorgojo, con una menor densidad de trampas. Los resultados preliminares en Costa Rica (C. Oehlschlager, comunicación personal) sugirieron que el uso de feromonas y trampas de caída escondidas puede ser efectivo en la regulación del número de gorgojos a bajas densidades de trampas.

Factores socioeconómicos

En colaboración con ICIPE y NBRP se está siguiendo encuestas de los factores socioeconómicos de los controles culturales en sitios seleccionados de Uganda. Las encuestas intentarían contestar las siguientes preguntas: (1) Qué agricultores están conscientes de la existencia de métodos de control cultural del gorgojo del banano; (2) De estos agricultores que saben de la existencia de estos métodos, quién los adopta y cómo modifican estos controles para ajustarse a la disponibilidad de recursos; (3) Qué factores influyen en las tasas de adopción de los sistemas (ejemplo, nivel total de manejo, objetivos agrícolas domésticos *versus* comerciales, prioridad relativa que se da al banano, mano de obra disponible, tamaño de la finca, etc.); (4) Cómo monitorean los agricultores los costos y beneficios de los controles culturales (intensivos en mano de obra); (5) Están tratando los agricultores de reducir los niveles de gorgojo o previniendo brotes; (6) Por cuánto tiempo están dispuestos los agricultores a experimentar métodos nuevos; (7) Qué agricultores no están dispuestos a la implementación y cuáles abandonan los controles culturales y por qué. La información recabada proveerá el fundamento para el diseño y adopción de estrategias de control cultural a ser probadas a nivel de finca con la investigación participatoria del agricultor.

Control biológico

Enemigos naturales endémicos

A mediados de la década de 1980 los severos brotes de gorgojo en el suroeste de Uganda fueron atribuidos al desarrollo de resistencia al Dieldrin (Sebasigari y Stover, 1988). La resurgencia a niveles más altos que los reportados antes de las aplicaciones del plaguicida sugieren la posibilidad de que el Dieldrin interfiriera con el control biológico natural que estaba ocurriendo.

Koppenhofer (1993a, b) estudió los efectos de los enemigos naturales endémicos (el escarabajo HISTER, los escarabajos depredadores acuáticos, los escarabajos errantes y las tijeretas) de los gorgojos del banano en Kenya.

Todos estos eran depredadores oportunistas y generalizados. No obstante que varias especies produjeron reducciones de gorgojos en experimentos en barriles, las poblaciones de campo de estos depredadores sugirieron que su potencial para ejercer el control sobre el gorgojo del banano en condiciones de campo puede ser limitado.

En contraste, investigadores en Cuba han reportado un control exitoso del gorgojo de banano usando a las hormigas *Tetramorium guineense* y *Pheidole megacephala* en combinación con el hongo patogénico *Beauveria bassiana* (Roche, 1975; Roche y Abreu, 1983; Castineiras *op. cit.* 1991). Las hormigas anidan en residuos del cultivo permitiendo el transporte de las hormigas a nuevas plantaciones de banano. Si bien las hormigas son igualmente depredadores generalizados, las altas poblaciones en estas plantaciones las vuelven depredadores formidables. Las hormigas se alimentan de los huevecillos y larvas del gorgojo y entran en los residuos del cultivo y en las plantas vivientes para capturar presas. La importancia de las hormigas en el control del gorgojo del banano en Uganda está actualmente bajo estudio.

Enemigos naturales exóticos

El control biológico clásico del gorgojo del banano en África es posible. El gorgojo del banano evolucionó en Asia, de donde se ha extendido a todas las mayores regiones de cultivo de banano del mundo (Neuenschwander, 1998). Las plagas introducidas, poco importantes en sus hábitats nativos, a menudo alcanzan niveles dañinos cuando se salen del control de los enemigos naturales con los que han coevolucionado. El gorgojo del banano parece ajustarse a este patrón, a pesar de que existen algunas creencias de que el gorgojo pudiera alcanzar niveles de plaga en partes de Asia (Waterhouse, 1993). No obstante, la exploración que busca los enemigos naturales del gorgojo del banano en Asia, seguida de selección, cuarentena y liberación de especies adecuadas, podría establecer un equilibrio por debajo de los límites económicos. Un control biológico exitoso, una vez establecido, es permanente y barato.

Las búsquedas anteriores de enemigos naturales del gorgojo del banano en Asia han producido un número de depredadores generalizados. Estos han fracasado en su mayoría en los intentos de control biológico (Waterhouse y Norris, 1987). En contraste, los parasitoides de huevecillos pueden ser efectivos contra el gorgojo del banano (Neuenschwander, 1998). La existencia de tales parasitoides sólo puede ser determinada a través de extensas inspecciones.

Endófitos

Los endófitos son hongos que se encuentran en plantas y que a menudo son debiluchos o no patógenos para la planta; viven en asociación mutua con sus anfitrionas. A menudo son tóxicos o repelentes de insectos herbívoros. Los hongos endofíticos que se encuentran dentro de las capas del corno del banano podrían, de esta forma, proveer un control potencial contra las etapas más dañinas del gorgojo del banano (como ser las larvas que atacan a la planta).

Los protocolos de investigación para el estudio de endófitos incluyen el aislamiento y la identificación de cepas provenientes del corno del banano; la prueba de cepas de endófitos contra huevecillos y larvas del gorgojo; la identificación de mecanismos por los cuales las cepas candidatas matan a los gorgojos inmaduros; estudios del potencial para inocular las mejores cepas al material de tejido de cultivo y, o, a los hijos de la planta de banano; y estudios sobre la eficacia bajo condiciones de laboratorio y de campo.

En Uganda han sido aisladas 250 cepas de endófitos del material del corno del banano de altura, recolectado de dos sitios (M. Griesbach, datos sin publicar). Nueve de estas cepas fueron efectivas en la eliminación de huevecillos de gorgojo del banano. De ellas dos mataban también a las larvas del gorgojo. Estas cepas han sido inoculadas exitosamente en, y recuperadas de, material de tejido de cultivo. En experimentos en barriles se encontró menor daño en algunas plantas inoculadas con el endófito. Se realizarán estudios ulteriores de identificación y caracterización de cepas de endófitos adicionales que sean efectivas contra el gorgojo del banano. El reto estará entonces, en cómo traspasar los endófitos al material de planta usado por los agricultores.

Hongos entomopatógenos

Distintas descendencias del hongo *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* han mostrado ser muy efectivas para eliminar gorgojos adultos de banano en el laboratorio. Tasas de eliminación mayores del 90% han sido establecidas en Uganda, Ghana, y Latinoamérica (Nankinga, 1994; I. Godinou, comunicación personal).

Su eficacia en condiciones de campo permanece oscura. Sólo los cubanos han reportado el establecimiento exitoso de *B. bassiana* en plantaciones de banano (S. Rodríguez, comunicación personal). En Ghana (IITA) y Uganda (NBRP), los esfuerzos actuales se están dirigiendo al desarrollo de sistemas de aplicación adecuados, tales como cebar las trampas con esporas de hongos, para entomopatógenos en campos bananeros. La incorporación de atrayentes semiquímicos puede mejorar la eficacia de dichos sistemas.

Resistencia de la planta anfitriona

Los agricultores de Uganda cultivan una amplia mezcla de clones de banano de altura. Los criterios de selección del agricultor dependieron de los objetivos comerciales *versus* los domésticos, e incluyeron la disponibilidad de “hijos”, resistencia a la sequía, habilidad para crecer en suelos pobres, tamaño del racimo, comerciabilidad y sabor. Muchos agricultores indicaron que les fue imposible discriminar entre clones de cocción de altura con susceptibilidad a las plagas (Gold y Kiggundu, datos sin publicar).

En un estudio que comparaba tres clones de cocción de altura, dos de cocción de altura para cerveza, y Kayinja, Abera (*op. cit.* 1998) encontró que todas las plantas eran igualmente atractivas a los gorgojos adultos y que los niveles de la oviposición fueron muy similares entre cada clon. Sin embargo la supervivencia larval fue drásticamente reducida en el Kayinja, lo que sugiere una antibiosis como medio de resistencia. Ambos residuos del cultivo, tanto Kisubi como Kayinja, pueden ser duramente atacados por los gorgojos del banano, lo que sugiere que este factor de resistencia se neutraliza después de la cosecha.

En la encuesta efectuada en todo el país los clones de banano de cocción de altura variaron considerablemente en las calificaciones promedio del daño. Por ejemplo (sitios bajo los 1400 msnm), la variedad *Atwalira* tenía una calificación promedio de 11.3 en la periferia y 5% en sección transversal, mientras que la variedad *Nakitengu* tenía una calificación periférica de 5.6 y de 1% en sección transversal. Sin embargo, cada uno de los clones tuvo distribuciones muy particulares dentro de Uganda, de tal forma que las comparaciones fueron, en parte, confusas por las diferencias en los factores de cada sitio.

En Noviembre de 1996 fue establecida una prueba de aceptación en Sendusu para comparar un territorio poblado de clones de banano de altura, plátanos, bananos de cocción para cerveza e híbridos, para ver su susceptibilidad a los gorgojos del banano. También se ha tomado información sobre la atracción, aceptación y desempeño de un subconjunto de estos clones. La información de esas pruebas será usada como base para diseñar un programa de desarrollo genético de un banano de altura con resistencia al gorgojo del banano.

Referencias

- ABERA, A. M. K. 1997. Oviposition preferences and timing of attack by the banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) in East African highland banana (*Musa* spp). Unpublished M.Sc. thesis. Makerere University, Kampala, Uganda. 120 pp.
- ABERA, A., C. S. GOLD AND S. KYAMANYWA. 1997. Banana weevil oviposition and damage in Uganda. In: E. Adipala, J.S. Tenywa and M.W. Ogenga-Latigo (Edit.). African Crop Science Conference Proceedings. 1199-1205.

- ALTIERI, M. A. & D. K. LETOURNEAU. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*. 1:405-430.
- ARLEU, R. J., J. A. GOMES AND A. C. NOBREGA. 1984. Nivel de controle para broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) em bananal da cv. Prata, no Espírito Santo. Brasil, Campo Grande, EMCAPA. Comunicade Tecnico. 30:1-4.
- ARLEU, R. J. AND S. S. NETO. 1984. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germ., 1824) (Coleoptera:Curculionidae). *Turrialba*. 34:359-367.
- BOSCH, C., A. LORKEERS, M. R. NDILE AND E. SENTOZI. 1996. Diagnostic survey: Constraints to banana productivity in Bukoba and Muleba Districts, Kagera region, Tanzania. Tanzania/Netherlands Farming Systems Research Project/Lake Zone. Working Paper No. 8.
- CARDENAS, R. AND L. G. ARANGO. 1986. Fluctuacion poblacional y dispersion del picudo negro del platano *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824). *Revista Colombiana de Entomologia*. 12:37-45.
- CARDENAS, R. AND L. G. ARANGO. 1987. Control del picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) del platano *Musa* AAB (Simmonds) mediante practicas culturales. *Cenicafe*. 38:50-61.
- CASTINEIRAS, A., T. CABRERA, A. CALDERON, M. LOPEZ AND M. LUJAN 1991. Lucha biologica contra *Cosmopolites sordidus* (Germar). In C. Pavis and A. Kermarrec (Edit.). *Rencontres Caraibes en Lutte Biologique*. Proceedings of a Symposium, 5-7 November 1990, at Gosier, Guadeloupe (FWI). *Les Colloques de l'INRA*. 58:423-428.
- CASTRILLON, C. 1991. Manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en platano y banano de la zona cafetera de Colombia. *ACORBAT: Memorias IX*. 349-362.
- COLLINS, P. J., N. L. TREVERROW & T. M. LAMBKIN 1991. Organophosphorous insecticide resistance and its management in the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), in Australia. *Crop Protection*. 10:215-221.
- DELATTRE, P. 1980. Recherche d'une methode d'estimation des populations du charancon du bananier, *Cosmopolites sordidus* Germar (Col., Curculionidae). *Acta Oecologica: Oecologica Applicata*. 1:83-92.
- GETTMAN, A. D., W. C. MITCHELL, P. LI AND RR. F.L. MAU. 1992. A hot-water treatment for control of the banana root borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera:Curculionidae) in banana planting stock. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 31:59-63.
- GOLD, C. S. AND M. I. BAGABE. 1997. Banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera, Curculionidae), infestation of cooking and beer bananas in adjacent stands in Uganda. *African Entomologist*. 5:103-108.
- GOLD, C. S., E. B. KARAMURA, A. KIGGUNDU, A. N. K. ABERA, F. BAGAMBA, M. WEJULI, D. KARAMURA, R. SSENDEGE AND R. KALYEBARA. 1998a. Geographic shifts in highland banana production in Uganda. *Acta Horticulturae*: In press.
- GOLD, C. S., G. NIGHT, A. ABERA AND P. R. SPEIJER. 1998b. Hot-water treatment for control of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda. *African Entomologist*. In press.
- GOLD, C. S., G. NIGHT, P.R. SPEIJER, A. M. K. ABERA, AND N. D. T. M. RUKAZAMBUGA. 1998c. Infestation levels of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar, in banana plants established from treated propagules in Uganda. *African Entomologist*. In press.
- GOLD, C. S., M. W. OGENGA-LATIGO, W. TUSHEMERIRWE, I. KASHAJA AND C. NANKINGA. 1993. Farmer perceptions of banana pest constraints in Uganda: Results from a rapid rural appraisal. pp 3-24 In: C. S. Gold and B. Gemmill (Edit.). *Proc.. Research coordination meeting for biological and integrated control of highland banana pests and diseases in Africa*. Cotonou, 12-14 Nov. 1991.

- IITA, Cotonou, Benin.
- GOLD, C. S., P. R. SPEIJER, E. B. KARAMURA AND N. D. RUKAZAMBUGA . 1994. Assessment of banana weevils in East African highland banana systems and strategies for control. pp 170-190 in R.V. Valmayor, R.G. Davide, J.M. Stanton, N.L. Treverrow and V.N. Roa (Edit.) Proceedings of Banana Nematode/Borer Weevil Conference. Kuala Lumpur, 18-22 April 1994. INIBAP, Los Banos, Philippines.
- GOWEN, S. R. 1995. Pests. pp 382-402 in S. Gowen (Edit.) Bananas and Plantains. Chapman and Hall. London.
- INIBAP. 1988. Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 December 1987. INIBAP. Montpellier.
- KARAMURA, D. A. 1998. Numerical taxonomic studies of the East African Highland bananas (*Musa* AAA-East Africa) in Uganda. Unpublished Ph.D. dissertation. University of Reading. Reading, U.K. 344 pp.
- KEHE, M. 1988. Le charancon du bananier (*Cosmopolites sordidus*) les acquis et les perspectives de la recherche: contribution de l'IRFA-CIRAD/Cote d'Ivoire. pp. 47-53 in INIBAP (edit.) Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 December 1987. INIBAP. Montpellier.
- KOPPENHOFER, A. M. 1993a. Egg predators of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Col., Curculionidae) in Western Kenya. Journal of Applied Entomology. 116:352-357.
- KOPPENHOFER, A. M. 1993b. Search and evaluation of natural enemies of the banana weevil. pp 87-96 in C.S. Gold and B. Gemmill (Edit.). Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. Cotonou, 12-14 November 1991. IITA, Cotonou, Benin.
- KOPPENHOFER, A. M., K. V. SESHU REDDY AND R. A. SIKORA. 1994. Reduction of banana weevil populations with pseudostem traps. International Journal of Pest Management. 4:300-304
- MASANZA, M. 1995. Integrating pseudostem trapping, chemical and biological control for the management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar). M.Sc. Thesis. Makerere University. Kampala, Uganda. 93 pp.
- MITCHELL, G. 1980. Banana Entomology in the Windward Islands. Final Report 1974-1978. 216 pp.
- NANKINGA, M. C. 1994. Potential of indigenous fungal pathogens for the biological control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), in Uganda. Unpublished M.Sc. thesis. Makerere University. Kampala, Uganda. 95 pp.
- NANNE, H. W. AND J. W. KLINK. 1975. Reducing banana root weevil adults from an established banana plantation. Turrialba. 25:177-179.
- NEUENSCHWANDER, P. 1988. Prospects and proposals for biological control of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in Africa. pp. 54-57 in INIBAP (edit.) Nematodes and the Borer Weevil in Bananas: Proceedings of a workshop held in Bujumbura, Burundi, 7-11 December 1987. INIBAP. Montpellier.
- PINTO, A. P. D. 1928. The two weevil pests of plantains (*Musa sapientum* L.): *Cosmopolites sordidus* Germ. and *Odoiporus longicollis* Oliv. Tropical Agriculture. 70:216-224.
- PRICE, N. S. 1993. Preliminary weevil trapping studies in Cameroon. pp 57-67 in C.S. Gold and B. Gemmill. Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. Cotonou, 12-14 November 1991. IITA, Cotonou, Benin.

- RISCH, S. J., D. ANDOW & M. A. ALTIERI. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology*. 12:625-629.
- ROCHE, R. 1975. Comunicación preliminar sobre la hormiga *Tetramorium guineense* para el control biológico del picudo negro del plátano. *Revista de Agricultura, Cuba*. 8:35-37.
- ROCHE, R. AND ABREU S.. 1983. Control del picudo negro del platano (*Cosmopolites sordidus*) por la hormiga *Tetramorium guineense*. *Ciencia de la Agricultura* 17:41-49.
- ROOT, R. B., 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*. 43:95-124.
- RUKAZAMBUGA, N. D. T. M. 1996. The effects of banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) on the growth and productivity of bananas (*Musa* AAA EA) and the influence of host vigour on attack. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Reading, Reading, U.K., 249 pp
- RUKAZAMBUGA, N. D. T. M., C.S. GOLD and S.R. GOWEN. 1998. Yield loss in East African highland banana (*Musa* spp., AAA-EA group) caused by the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. *Crop Protection*: In press.
- SEBASIGARI, K. and R. H. STOVER. 1988. Banana diseases and pests in East Africa: Report of a survey in November 1987. INIBAP. Montpellier, France
- SEIN, F. Jr. 1934. Paring and heat sterilization of the corms to eliminate the banana root weevil *Cosmopolites sordidus* Germar. *Journal of the Agricultural University of Puerto Rico*. 18:411-416.
- SESHU REDDY, K. V., J. S. PRASAD, L. NGODE and R. A. SIKORA. 1995. Influence of trapping of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) on root-lesion nematode, *Pratylenchus goodeyi* (Sher and Allen 1953) population densities and subsequent banana yield. *Acta Oecologica*. 16:593-598.
- STOVER, R. H. and N. W. SIMMONDS. 1987. Bananas: Third Edition. John Wiley and Sons. New York. 469 pp.
- TREVERROW, N. L. 1994. Control of the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) with entomopathogenic nematodes. pp 124-138 in R.V. Valmayor, R.G Davide, J.M. Stanton, N.L. Treverrow, and V.N. Roa (Edit.) *Proceedings of Banana Nematode/Borer Weevil Conference*. Kuala Lumpur, 18-22 April 1994. INIBAP. Los Banos, Philippines.
- UGANDA MINISTRY of AGRICULTURE. 1992. Report on Ugandan National Census of Agriculture and Livestock (1990-1991). 82 pp + 40 tables. Entebbe, Uganda.
- VILARDEBO, A. 1950. Conditions d'un bon rendement du piégeage de *Cosmopolites sordidus*. *Fruits*. 5:399-404.
- WATERHOUSE, D. F. 1993. The major arthropod pests and weeds of agriculture in Southeast Asia. ACIAR, Canberra. 141 pp.
- WATERHOUSE, D. F. and K. R. NORRIS. 1987. *Cosmopolites sordidus* (Germar). Chapter 20 (pp 152-158) in: *Biological Control: Pacific Prospects*. Inkata Press. Melbourne. 454 pp.
- YARINGANO, C. and F. VANDERMEER. 1975. Control del gorgojo del plátano, *Cosmopolites sordidus* Germar, mediante trampas diversas y pesticidas granulados. *Revista Peruana de Entomología*. 18:112-116

El control de la Sigatoka negra en producción de banano orgánico

Ronald A. Romero¹

El equilibrio natural

Los sistemas naturales se caracterizan por la casi ausencia de enfermedades y plagas a nivel epidémico, esto es, a nivel de afectar poblaciones enteras de hospederos. Entre las varias razones que pueden citarse interesa una que está relacionada con la inexistencia de epidemias de patógenos: la presencia de un equilibrio natural entre las poblaciones del patógeno y las poblaciones del hospedero (Browning, 1980; Leonard, 1984).

Este equilibrio consiste en que las razas o cepas virulentas del patógeno se regulan por la presencia en la población del hospedero, es decir la planta, de cultivares resistentes, de tal forma que las frecuencias de uno y otro se mantienen en un equilibrio, en lo que puede considerarse una relación de gene por gene (Flor, 1971). Un aumento en el “fitness” del hospedero causaría un efecto en el “fitness” de las poblaciones del patógeno.

A través de las fuerzas evolucionarias, principalmente la selección ejercida por la población del hospedero, la población del patógeno alcanzará un equilibrio con la población del hospedero, y así sucesivamente, lo cual no permite el desarrollo de epidemias. En otras palabras, se mantiene un equilibrio dinámico entre las razas virulentas/avirulentas del patógeno y la susceptibilidad/resistencia del hospedero, en el que ninguno de los componentes puede volverse preponderante (Leonard, 1984). El equilibrio, entonces, parece que está claramente dominado por la diversidad en ambos componentes del sistema.

Uno de los primeros actos hechos por el hombre durante el desarrollo de la agricultura, hace aproximadamente diez mil años, fue precisamente la selección y domesticación de las plantas que le eran y le han sido útiles por milenios.

¹Chiquita Brands Intl. Apdo. 217 – 1150 La Uruca, San José, Costa Rica

Aun en nuestros días, el número de plantas seleccionadas y domesticadas debe ser muy inferior al total de especies de plantas existentes en la Tierra.

Esta selección desde los orígenes mismos de la agricultura, es la principal causa de la disminución de la diversidad que caracteriza prácticamente todos los sistemas agrícolas modernos (Vilich, 1996), especialmente en los países desarrollados.

Mucho del éxito de la agricultura –espero que se concuerde con el autor en que la agricultura ha sido exitosa– está basado en la selección y mejoramiento de las plantas cultivadas, la homogeneidad del material vegetal para satisfacer la necesidad de mecanización, procesamiento e industrialización de los productos y, sobre todo, para satisfacer las demandas de los exigentes mercados, principalmente de los países desarrollados. Desde luego, como ya se mencionó, ello ha provocado la disminución de la diversidad genética en las fincas de los agricultores. Así, uno de los individuos que forma parte de uno de los componentes esenciales del sistema, la planta seleccionada para ser cultivada, se ha vuelto preponderante y ha roto el equilibrio natural en que convivía con las poblaciones del patógeno, estableciendo de esa forma una selección de individuos de esta que tienen el mayor “fitness” para sobrevivir atacando el genotipo del hospedero que existe ahora en poblaciones mayores. Un ejemplo clásico de gran relevancia fue la hambruna en Irlanda en 1845 y 1846, causada por el devastador ataque del hongo *Phytophthora infestans* en los cultivos de papa, hecho que dio impulso al nacimiento de la ciencia de la Fitopatología (Campbell y Madden, 1990).

Mientras tanto, en los ecosistemas indígenas o naturales, los patógenos y los hospederos, que coevolucionaron desde antes del desarrollo de la agricultura, continúan esta coevolución aún en nuestros días, siendo difícil observar epidemias similares a las ocurridas en los sistemas agrícolas.

Debido a la toma de consciencia de parte de muchos agricultores a nivel mundial, ya sea por iniciativa propia o por el auge y presión de algunos sectores de los consumidores, agrupados en organizaciones de tipo ambiental o ecologista, o preocupados por la seguridad en los alimentos que se consumen, y ante ejemplos de un uso inadecuado y poco sostenible de los recursos utilizados en la agricultura, se hacen replanteamientos serios sobre cómo producir con el menor impacto al ambiente y en general a los recursos productivos, al mismo tiempo asegurando al consumidor un producto de alta confiabilidad y calidad. Esto necesariamente conduce al sector agrícola a una disyuntiva: producir con bajos insumos pero obteniendo rendimientos óptimos en cuanto a cantidad y calidad. La pregunta obligada es si la producción tradicional de banano puede lograr esto. La respuesta debemos verla desde una perspectiva amplia, considerando que existen diferentes grados en cuanto a los niveles de insumos utilizados y en

cuanto a los niveles en las cantidades y calidades posibles o requeridas por los consumidores. Por ejemplo, se puede producir banano desde una forma completamente orgánica, o de una que reduzca el uso de agroquímicos, hasta una forma que se conoce como producción biodinámica.

Desde una perspectiva de negocio, pues no se discute el hecho de que bajo cualquiera de estas formas de producción el agricultor debe obtener ganancias que le permitan mantenerse en su actividad, la pregunta que cabe hacerse es si la producción con bajos insumos, o la producción orgánica, o la biodinámica de banano es posible y, bajo cuáles condiciones esta debe desarrollarse en cada caso para convertirse en una actividad posible, eficiente y sostenible. Es casi seguro que no existen todas las respuestas para tales preguntas. Y no existen simplemente porque no se ha dedicado los recursos ni los esfuerzos necesarios para contestarlas. Podríamos afirmar, con base en experiencias prácticas, que la producción de banano en forma orgánica es posible, y de hecho se está dando.

Si tal producción es eficiente y sostenible aún está por comprobarse. Lo primero que debería definirse es el concepto de eficiencia y sostenibilidad desde el punto de vista de la producción orgánica. Anticipo que dependiendo de a quién se dirija la pregunta, habrá múltiples respuestas, lo que dificulta una definición de tales conceptos.

Los sistemas agrícolas

Continuando con el tema de los factores que favorecen el desarrollo de enfermedades a nivel epidemiológico en los cultivos, es importante que se señale algunos de los que caracterizan a los sistemas agrícolas:

- * **uso de cultivares con uniformidad morfológica:** los cultivares utilizados en la agricultura se busca que sean uniformes en arquitectura y en el producto a cosecha, para facilitar su manejo en el campo, en poscosecha y para satisfacer los requerimientos del mercado en forma consistente. La uniformidad en estas características se logra con una uniformidad genética en los híbridos o en los cultivares clonados.
- * **extensión de los cultivos:** muchas veces, los cultivos agrícolas se realizan en extensiones relativamente grandes, que representan un buen blanco para el desarrollo de epidemias.
- * **ubicación geográfica del cultivo:** la mayor parte de los cultivos agrícolas se desarrolla en lugares alejados del centro de origen de la especie involucrada, con lo que se disminuye la probabilidad de que existan los antagonistas naturales de la enfermedad o plaga.
- * **tiempo de cultivo:** los cultivos de ciclo corto o anuales y más aún los de

tipo perenne, se cultivan por varios años en condiciones muy similares de manejo, suelo, clima, cultivar, lo cual crea condiciones muy diferentes a las existentes en los sistemas naturales.

De esta forma, la selección y las condiciones de cultivo antes señaladas, anteceden y predisponen la selección de razas virulentas o formas agresivas en la población del patógeno.

Factores epidemiológicos que favorecen el desarrollo de la Sigatoka negra

En general, el clima modula la expresión de la resistencia o susceptibilidad del hospedero a la enfermedad, especialmente si la resistencia es de tipo poligénica. Si la resistencia es monogénica, el clima podría ser importante en el tiempo que dichos genes puedan conferir resistencia, ya que bajo condiciones muy favorables a la reproducción del hongo, podrían seleccionarse más rápidamente razas o cepas que sobrepasen este tipo de resistencia.

El clima también define la dinámica del inóculo y el impacto de la enfermedad en los rendimientos. En las condiciones de Costa Rica, la Sigatoka negra afecta el peso del racimo hasta en 40% (M. Guzmán y R. Romero. Datos sin publicar).

Dentro de los factores de clima, la lluvia favorece la liberación de las ascósporas, las cuales son transportadas por el viento hacia otras plantas o fincas, inclusive a distancias de varios cientos de kilómetros. La temperatura y la humedad influyen en la germinación y penetración del hongo, y en la colonización de los tejidos internos. También la reproducción es favorecida cuando las temperaturas están entre los 24 °C y los 28 °C y hay condiciones de humedad relativa alta.

Factores de cultivo que favorecen la Sigatoka negra

En adición a la uniformidad genética que caracteriza la producción a nivel mundial de plátanos y bananos, especialmente estos últimos, el banano se siembra en América Latina como un cultivo perenne con plantas de todas las edades presentes en todo momento, condición que mantiene permanentemente tejido foliar susceptible a la ocurrencia de nuevas infecciones todo el tiempo. En contraposición, las siembras anuales o en ciclos de dos a cuatro años con lotes de plantas de una misma edad, que se dan en otras regiones, tienen la ventaja de producir una quiebra en el ciclo de la enfermedad al final de la cosecha, lo cual facilita el manejo de los niveles de inóculo y el planeamiento de las estrategias de control.

Posibilidades de control de la Sigatoka negra en producción orgánica

El sitio o ubicación

Si se tiene la posibilidad, escoger un lugar donde la enfermedad no esté presente o donde el clima sea menos conducente a la enfermedad, por ejemplo donde haya un periodo seco prolongado o condiciones de baja humedad relativa durante la mayor parte del año.

Manejo

Escoger una época de siembra que permita el desarrollo vegetativo cuando las condiciones son menos propicias para la enfermedad con el objeto de que las hojas que se produzcan no se vean afectadas en forma severa.

Bajo estas condiciones, sin embargo, sería necesario establecer sistemas de riego, de los que se recomienda por goteo o subarboéreo, que representan una inversión alta.

Los sistemas de drenaje deben ser óptimos para que las condiciones de humedad relativa dentro de la finca sean bajas, y además que las raíces puedan crecer sin limitaciones de excesos de humedad.

Debe establecerse programas de deshoje frecuentes enfocados a eliminar toda hoja o parte de estas que tengan tejido necrosado por la enfermedad, pues ello ayuda a acelerar la descomposición del tejido esporulante.

Debe evaluarse la posibilidad de hacer un desmane más riguroso, eliminando más manos para lograr que las que se dejen alcancen el grado de cosecha en menor tiempo, y tal vez reducir de esta forma el efecto de la enfermedad sobre la maduración de los racimos.

Es absolutamente necesario que se investigue en el control de la edad de la fruta y los factores poscosecha, los cuales deben necesariamente ajustarse a un sistema de producción orgánica.

Debe pensarse en los beneficios mencionados previamente sobre el control de la Sigatoka negra, de los ciclos anuales o bianuales de producción en contraposición con el sistema de producción de tipo perenne. En definitiva, los primeros facilitan el control de la enfermedad.

Un aspecto que puede ser importante pero que se ha investigado muy poco es la producción de cultivos mixtos, ya sea de diferentes especies o bien del mismo banano pero con genotipos de diferente grado de resistencia a la Sigatoka negra. Con esto se lograría una reducción del inóculo y se incrementa la biodiversidad, de lo que se podría esperar beneficios si entraran a operar mecanismos tales

como bacterias promotoras del crecimiento, antagonismos y competencia, siempre y cuando exista algún grado de especialización promovida por las diferentes especies o genotipos de plantas utilizadas.

El manejo óptimo de la fertilización es necesario para mantener los balances de elementos tan importantes como Calcio, Magnesio y Potasio, y los balances Nitrógeno-Potasio. Sobre este último, datos recientes (A. Méndez, H. Sancho y R. Romero. Sin publicar) demuestran que desbalances en los contenidos de N/K favorecen el desarrollo de la Sigatoka negra. El impacto de elementos menores sobre la Sigatoka negra es aún menos conocido.

Productos disponibles y potenciales para el control de la Sigatoka negra

El aceite agrícola que se ha utilizado desde hace muchos años para el control de esta enfermedad es quizás la herramienta más útil que exista actualmente para la producción orgánica. También, los fungicidas cúpricos tienen actividad contra la Sigatoka negra y pueden ser empleados, aunque en mezcla con aceite son fitotóxicos al follaje del banano.

En el mercado se encuentra una serie de biocidas de origen orgánico que pueden tener algún potencial, pero que deben evaluarse con precisión y verificar que cumplen los requisitos que regulan el uso de estas sustancias en la producción orgánica y, obviamente, las regulaciones existentes en los mercados y en el país donde estos se vayan a emplear.

Compuestos que inducen el mecanismo propio de resistencia de las plantas pueden tener importancia para el control de la Sigatoka negra en el futuro cercano. En este momento el compuesto conocido como benzothiadiazole, que se utiliza en cereales, está siendo desarrollado también en el mercado bananero, y podría ser una herramienta útil si fuera aceptada su utilización en producción orgánica.

Sin embargo, quizás los productos con mayor potencial son los materiales híbridos obtenidos por el programa de mejoramiento de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola –FHIA–, conocidos como FHIA-01, FHIA-02, FHIA-23 y FHIA-18, los cuales difieren un poco en el sabor y en las características de las plantas con relación a los cultivares Cavendish, ampliamente aceptados en el mercado internacional, pero son una alternativa valiosa digna de ser evaluada a nivel de los mercados tradicionales de fruta fresca, básicamente Europa y los Estados Unidos de América y Canadá. Otros materiales con potencial podrían estar disponibles en el futuro, tanto del programa de la FHIA como de los programas de EMBRAPA, IITA y CIRAD-FLHOR, los cuales deben ser evaluados adecuadamente.

La resistencia a la Sigatoka negra por medio de la transformación genética de plantas del tipo Cavendish es factible hoy día; sin embargo se requiere aún varios años de estudios y trabajos para saber a ciencia cierta si estos materiales poseen niveles seguros de resistencia a nivel de campo.

Referencias

- BROWNING, J. A. 1980. Genetic protective mechanisms of plant pathogen populations: Their coevolution and use in breeding for resistance. Pages 52-75. *Biology and Breeding Resistance to Arthropods and Pathogens in Agricultural Plants*. M.K. Harris ed. Texas Agricultural Experiment Station, Misc. Publ. 1451.
- CAMPBELL, C. L. AND L. V. MADDEN. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley and Sons, Inc. USA. 532 p.
- FLOR, H. H. 1971. Current status of the gene-for-gene concept. *Ann. Rev. Phytopathology*. 9:275-297.
- LEONARD, K. J. 1984. Population genetics of gene for gene interactions between plant host resistance and pathogen virulence. Pages 131-148 In: *Genetics New Frontiers. Proc. XV Intl. Congress of Gen.* Vol. IV. Chopra, V.L., Joshi, B.C., and Charma, R.P. eds. New Delhi. Oxford and IBH Publ. Co.
- VILICH, V. 1996. Aspects of Diversity in Cereal Crop Stands-Plant Health and Plant Resistance. Pages 535-538 In: *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*. H. Lyr, P.E. Russel, and H.D. Sisler, eds., Intercept Ltd., Andover.

Comportamiento productivo de los híbridos FHIA-01 (AAAB) y FHIA-02 (AAAB) bajo fertilización inorgánica y orgánica

Sergio Laprade Coto y Roberto Ruiz Barrantes¹

Introducción

La agricultura orgánica se define como el sistema de producción que integra los aspectos agronómicos, económicos, ecológicos y sociales. En dicho sistema se utiliza insumos agrícolas naturales como: estiércoles, reciclaje de rastrojos de vegetales, abonos verdes y polvos minerales. Todos ellos promueven la conservación de la biota mejorando la fertilidad del suelo, dando como resultado la disminución o reducción de los impactos ambientales (Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica, 1995b).

La agricultura orgánica en Costa Rica data de muchos años atrás. Como ejemplo cabe destacarse el cultivo del frijol tapado, muy común en nuestros días.

Desde los años noventa varios investigadores le han dado seguimiento a la agricultura orgánica. En Costa Rica se ha determinado que las Universidades estatales son las que más impulso han provisto a este tipo de agricultura. Algunas organizaciones recién aparecidas en el país han apoyado la creación de la feria nacional de productos orgánicos, lo que ha impulsado esta actividad, además de que la empresa privada ha incursionado en este campo y en los supermercados se tiene la presencia de productos orgánicos; algunas compañías están exportando a Estados Unidos y Europa.

En el área de la investigación las universidades estatales han realizado una excelente labor en el camino de la agricultura orgánica. La información generada le brinda al país enormes posibilidades de éxito gracias al conocimiento que se

¹Dirección de Investigaciones, CORBANA, Apdo. Postal: 6504-1000 San José, Costa Rica

tiene sobre el manejo integrado de plagas y enfermedades, control biológico y productos biológicos para la protección de cultivos. El país cuenta con más de ciento cuarenta y seis citas bibliográficas de trabajos de investigación en agricultura orgánica; de ellas sólo tres están relacionadas con el cultivo del banano (Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica, 1995a).

La investigación sobre el uso de abonos para mejorar los cultivos ha sido herramienta muy útil para el desarrollo en este campo; la utilización de estiércoles, abonos verdes, biofertilizantes y desechos agroindustriales son fuentes muy importantes para la elaboración de abonos orgánicos.

Todas las materias primas en forma de energía biomásica son útiles para este tipo de agricultura y son especialmente importantes para la fertilización orgánica del banano.

Desde hace algunos años la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola –FHIA– ha desarrollado un programa muy valioso en mejoramiento de banano y plátano. La investigación principal se basa en la hibridación convencional utilizando materiales parentales con resistencia a las principales enfermedades y plagas que afectan al banano y plátano. Dentro de ellos tenemos, el FHIA-01 (AAAB) y el FHIA-02 (AAAB) que poseen dentro de sus características la resistencia a Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), además de tener condiciones agronómicas mejoradas. (FHIA, 1994).

Estudios preliminares mostraron que tanto el FHIA-01 como el FHIA-02 pueden cultivarse sin necesidad de aplicar fungicidas (Jones, 1994).

Posteriormente Guzmán y Romero (1996), evaluaron los dos híbridos, sembrados en forma comercial, y concluyeron que pueden ser cultivados sin la aplicación de fungicidas para el control de la Sigatoka negra.

El objetivo de la presente investigación es determinar el comportamiento productivo de los híbridos FHIA-01 y FHIA-02 bajo un sistema de fertilización inorgánica y orgánica.

Materiales y métodos

El experimento se realizó de Mayo de 1996 a Diciembre 1997, en el Centro de Investigaciones “28 Millas”, a 12 msnm, en un suelo clasificado como Fluvioquentico Eutrope, el cual presentó una textura franco arenosa (67% arena, 12% arcilla y 21% limo).

Los datos meteorológicos obtenidos de la Estación en 28 Millas durante el desarrollo de la investigación fueron: precipitación promedio anual 3295 y 4846 mm para 1996 y 1997, respectivamente. Los meses más lluviosos fueron Diciembre-96 (508 mm), Febrero (575 mm), Mayo (1140 mm), Julio (667 mm), y Agosto de 1997 (592 mm); los meses más secos Mayo (20,5 mm), y Julio de

1996 (13,2); Setiembre de 1997 (94,9 mm); la temperatura promedio mensual varió de 21.8 a 29.9 °C (mínimas de 19.1-23.2 °C y máximas de 28.9-30.7 °C).

Cada uno de los híbridos estaba distribuido en dos parcelas que tenían aproximadamente 2500 m², a una densidad de 1850 plantas por hectárea. Las cuatro parcelas habían recibido durante dos años un manejo de fertilización inorgánica y manejo de malezas con herbicidas (Paraquat).

Al inicio del ensayo se marco a los hijos, a los que se les aplicó la fertilización inorgánica u orgánica. No se hizo aplicaciones de fungicidas ni nematicidas.

Para suplir el fertilizante inorgánico se utilizó 17.3-3.6-28.9, aplicado cada dos meses, a razón de 27 g por unidad de producción. En el caso de las parcelas orgánicas se aplicó 3.3 kg de gallinaza por planta, cada 2.5 meses. Además, con el banano y pinzote de las parcelas se realizaron 20 minicomposteras por mes, de acuerdo a la metodología de Barquero (1996).

Debido al alto vigor mostrado por las plantas no fue necesario utilizar cuerda de polipropileno para efectuar el apuntalamiento. En todos los tratamientos se eliminó del racimo la primera mano donde se conjugaron flores masculinas con femeninas (mano falsa) más dos sobre esta (técnica conocida como falsa más dos).

El resto de las labores, como deshije, embolse y encinte se realizaron en forma similar a las fincas bananeras comerciales. La cosecha se efectuó a las 14 semanas de embolsada la fruta (16 semanas fisiológicas).

Las variables evaluadas en la primera y segunda cosecha fueron: número de hojas, peso racimo, número de manos, longitud y calibración del dedo central de la segunda mano (se utilizó un banana *caliper* expresado en 32avos., de pulgada).

Los resultados obtenidos se evaluaron por híbrido y se sometieron a una prueba de t Student en PC-SAS 6,12 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Resultados

Para la primera cosecha el FHIA-01, presentó un número de hojas mayor en el sistema de fertilización inorgánico que en la modalidad de fertilización orgánica ($P=0.0016$); para la segunda cosecha no se detectó diferencias entre ambos tratamientos ($P=0.1133$) (Cuadro N°. 1).

En el peso de racimo se encontró un mayor peso en FHIA-01 inorgánico para la primera cosecha ($P=0.0014$), pero no para la segunda ($P=0.7475$).

El número de manos fue mayor en el FHIA-01 inorgánico, con diferencias significativas para la primera cosecha, ($P=0.0581$) y altamente significativas para la segunda cosecha ($P=0.0176$).

La longitud del dedo en la primera cosecha fue similar ($P=0.5980$) entre el FHIA-01 orgánico y FHIA-01 inorgánico, sin embargo para la segunda cosecha fue mayor en el tratamiento orgánico ($P=0.0001$).

La calibración del dedo central de la segunda mano del racimo de FHIA-01, no mostró diferencias en la primera cosecha ($P=0.2095$) pero para la segunda cosecha fue mayor en el sistema orgánico ($P=0.0001$).

Cuadro N°. 1. Variables evaluadas (Medias \pm error estándar) para primera y segunda cosecha en el FHIA-01 fertilizado en la forma orgánica e inorgánica

	1 ^{era} cosecha		2 ^{da} cosecha	
	FHIA-01 orgánico	FHIA-01 inorgánico	FHIA-01 orgánico	FHIA-01 inorgánico
n° de hojas	8.03 \pm 0.14	8.76 \pm 0.15	9.03 \pm 0.23	8.56 \pm 0.18
peso rac (kg)	31.99 \pm 0.66	36.30 \pm 1.12	31.48 \pm 1.18	32.00 \pm 1.12
n° de manos	8.54 \pm 0.14	9.84 \pm 0.89	9.72 \pm 0.16	10.38 \pm 0.21
longitud del dedo (cm)	26.67 \pm 0.19	23.51 \pm 0.25	21.84 \pm 0.24	18.21 \pm 0.33
grado 2 mano	48.81 \pm 0.31	49.41 \pm 0.36	45.68 \pm 0.49	41.15 \pm 0.42

El híbrido FHIA-02 manejado en forma inorgánica presentó mayor cantidad de hojas en la primera cosecha ($P=0.0161$). Para la segunda no se encontró diferencias en el número de hojas ($P=0.3558$) entre los dos sistemas de manejo (Cuadro N°. 2).

Al ser manejado bajo los dos sistemas, el FHIA-02 no mostró diferencias en el peso de racimo, tanto en primera ($P=0.1505$) como en segunda cosecha ($P=0.0844$). Situación similar se observó en el número de manos en primera ($P=0.9650$) y segunda cosecha ($P=0.6789$).

La longitud del dedo tampoco se afectó por los tratamientos aplicados, al ser evaluado en primera ($P=0.5640$) y segunda cosechas ($P=0.3110$).

Para la primera cosecha no se detectó diferencias entre ambos tratamientos, en la calibración ($P=0.6030$) del dedo central de la segunda mano. Para la segunda cosecha el FHIA-02 manejado en forma orgánica presentó un mayor grado en el dedo evaluado ($P=0.0545$) que el FHIA-02 inorgánico.

Cuadro N°. 2. Variables evaluadas (Medias \pm error estándar) para primera y segunda cosecha en el FHIA-02 manejado en forma orgánica e inorgánica

	1 ^{era} cosecha		2 ^{da} cosecha	
	FHIA-01 orgánico	FHIA-01 inorgánico	FHIA-01 orgánico	FHIA-01 inorgánico
nº de hojas	7.00 \pm 0.18	7.58 \pm 0.15	7.80 \pm 0.20	8.08 \pm 0.23
peso rac (kg)	33.28 \pm 1.16	35.61 \pm 1.11	29.60 \pm 1.46	26.50 \pm 1.08
nº de manos	9.84 \pm 0.89	9.80 \pm 0.26	10.08 \pm 0.26	10.22 \pm 0.19
Longitud del dedo (cm)	21.62 \pm 0.31	21.83 \pm 0.20	20.51 \pm 0.36	20.93 \pm 0.24
Grado 2 mano	49.35 \pm 0.58	48.96 \pm 0.46	45.61 \pm 0.84	43.60 \pm 0.59

Discusión

El FHIA-01 respondió mejor a la fertilización inorgánica en la primera cosecha, en cuanto al número de hojas a cosecha, peso de racimo y número de manos. Sin embargo en la segunda cosecha para todas las variables evaluadas, excepto el número de manos, mostraron valores similares entre ambos sistemas de fertilización.

Los valores obtenidos para las variables evaluadas en el racimo del FHIA-01, independiente del sistema de manejo, son similares a las reportadas por Pérez *et al* (1997).

Las hojas de cosecha para el FHIA-01 son similares a las que obtuvieron Guzmán y Romero (1996), en donde reportan que este híbrido llega a cosecha con ocho a 10 hojas.

Al igual que con el FHIA-01, el FHIA-02 bajo los dos sistemas de fertilización mostró valores similares en las variables evaluadas en el racimo a los reportados por Pérez *et al* (1997). Asimismo, las hojas a cosecha son similares a las obtenidas por Guzmán y Romero (1996). El FHIA-02 bajo ambas modalidades de fertilización presentó un menor número de hojas a cosecha, debido a que tienden a doblarse con mayor facilidad que las del FHIA-01 (Guzmán y Romero, 1996).

Se observó un ataque de picudo (*Cosmopolites sordidus*) en las dos parcelas manejadas en forma orgánica. El daño llegó a 8% en cada una de las parcelas, causando volcamiento de plantas.

Debido a esto fue necesario el uso de trampas de pseudotallo impregnadas con Decis®.

El uso de abonos orgánicos en el híbrido FHIA-02 no afectó los rendimientos, para ambas cosechas, posiblemente debido a que estas plantas son menos exigentes en cuanto a nutrición ya que el vigor mostrado fue muy alto. En otras investigaciones se menciona que las plantas de este híbrido por lo general son muy vigorosas (Rowe, 1994).

El menor rendimiento detectado en el primer ciclo de cosecha en ambos híbridos puede ser debido a que los abonos orgánicos aportan pequeñas cantidades de nutrimentos, pero con beneficios a largo plazo (Vargas *et al.* 1996). Estos híbridos tratados orgánicamente tienden a superar en el segundo ciclo a los tratados con fertilizante inorgánico. La investigación se concluyó con dos ciclos de producción debido al escaso mercado del FHIA-01 y FHIA-02. Actualmente se han liberado otros híbridos resistentes a Sigatoka negra, con mejores características organolépticas, tales como el FHIA 18 y el FHIA 23 (FHIA, 1996) y que podrían tener un importante mercado en el área de productos orgánicos, por lo que debe investigarse el manejo de los mismos bajo condiciones similares a las de este ensayo.

Referencias

- BARQUERO, M. 1996. Evaluación del composteo de los desechos orgánicos (pinzote y banano de rechazo) en una plantación bananera. Tesis Lic. en Ing. Agr. Costa Rica, Univ. de C.R., Fac. de Agr., 66p.
- FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. 1994. Programa de banano y Plátano. Informe técnico 1994. 57p.
- FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. 1997. Programa de banano y Plátano. Informe técnico 1996. 54p.
- GUZMÁN, M.; R. ROMERO. 1996. Severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en los híbridos FHIA-01 y FHIA-02. CORBANA 21(45): 41-49.
- JONES, D. 1994. International Musa testing Program Phase I. The improvement and testing of *Musa*: a global partnership. Proceedings of the First Global Conference of the International Musa Testing Program held at Federación Hondureña de Investigaciones Agrícolas (FHIA), Honduras. R.R. Jones ed. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP). France. Pages:15-20.
- PÉREZ, L.; P. ACUÑA; J. SANDOVAL. 1997. Evaluación agronómica de los tetraploides FHIA-01? y FHIA-02. CORBANA. 22 (47):11-19.
- ROWE, P. 1994. FHIA: the banana and plantain breeding program. In: Banana and Plantain Breeding priorities and strategies. Proceedings of the First Meeting of the Musa Breeders Network held in La Lima. Honduras 1994. Red Internacional para el mejoramiento del banano y el plátano (INIBAP) pp.37-39.
- SIMPOSIO CENTROAMERICANO SOBRE AGRICULTURA ORGÁNICA. (1995, San José, C.R.). 1995. La Agricultura Orgánica en Costa Rica. García, J.; Nagera, J. COSTA RICA. U.N.E.D. 460 P.
- SIMPOSIO CENTROAMERICANO SOBRE AGRICULTURA ORGÁNICA. (1995, San José, C.R.). 1995. La Agricultura Orgánica en Guatemala. García, J.; Nagera, J. COSTA RICA. U.N.E.D. 460 P.
- VARGAS, R.; LAPRADE, S.; BARQUERO, M. 1996. Consideraciones básicas sobre la biotransformación (composteo) de residuos orgánicos. CORBANA. 21(46):163-177.

Manejo sostenible del cultivo de banano: Resultados preliminares del efecto de minicomposteras formadas de residuos orgánicos de la cosecha sobre la producción

Pablo Acuña y Roberto Ruiz¹

Introducción

Las tendencias internacionales de consumo de productos agrícolas demandan una reducción en el uso de agroquímicos. No obstante, el cultivo de banano, por sus características de producción intensiva, requiere un suministro constante de productos para la protección del cultivo contra plagas y enfermedades que lo afectan. Depende entonces de los países productores la implementación de prácticas agronómicas que reduzcan el impacto de estas sobre el ambiente. En este sentido, los programas de manejo integrado de plagas (MIP) así como las prácticas de aprovechamiento o reciclaje de los residuos orgánicos e inorgánicos deben ser considerados y evaluados.

La confección de minicomposteras en la plantación, a partir de banano de rechazo y de raquis, es un sistema de biotransformación alternativo que permite al productor disponer adecuadamente de los desechos orgánicos generados durante el empaque de la fruta y retribuir a la plantación parte de la materia orgánica extraída en el proceso de cosecha.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de las minicomposteras sobre la producción del cultivo del banano.

¹Dirección de Investigaciones, CORBANA, Guápiles, Costa Rica

Materiales y métodos

El proyecto se encuentra ubicado en la Finca “San Pablo”, Matina de Limón, Costa Rica, localizada en zona de clima tropical húmedo, a altitud de 30 msnm. Las condiciones climáticas durante 1997 fueron: temperatura promedio de 25.6 °C, humedad relativa de 84%, precipitación promedio de 412.5 mm y precipitación acumulada de 4949.9 mm (Estación Meteorológica “28 Millas”, 1997).

Manejo cultural del área de estudio

El área donde se realizaron las prácticas de manejo sostenible se localiza en el Cable 11 Sur, que comprende una superficie total 5.66 ha (56 600 m²) cultivada con material del clon ‘Valery’ a densidad de siembra de 1855 plantas ha⁻¹. Las prácticas que se realizan desde el mes de Octubre de 1996 en el área de Cable 11 Sur son las siguientes: adición de materia orgánica en forma de minicomposteras, no aplicación de nematicidas, no aplicación de herbicidas, extracción de plásticos y uso de coberturas vivas en los canales de drenaje para evitar el exceso de erosión.

Contiguo al Cable 11 Sur se encuentra el Cable 12 Sur, el cual fue seleccionado como área testigo, la que tiene manejo agronómico convencional utilizado en toda la finca. Entre las prácticas realizadas se debe mencionar la aplicación de dos ciclos de nematicida (uno con Mocap en el mes de Marzo y otro de T-Bioquin en el mes de Agosto), a razón de 30 g planta⁻¹ ciclo.

Debido a las exigencias nutricionales del cultivo y a la susceptibilidad a la Sigatoka negra, en Cable 11 Sur se aplicó programas de fertilización y de fumigación aérea, empleados en toda la Finca San Pablo. Durante el primer año de establecido el experimento (Octubre 1996-Septiembre 1997) se adicionó 10 ciclos de fertilizante inorgánico fórmula completa (16.5 N - 0 P₂O₅ - 25.6 K₂O - 6.1 MgO - 25.7 SO⁴⁻² - 16.6 Cl-) a razón de cuatro sacos ha⁻¹ ciclo. Las cantidades totales adicionadas de estos nutrimentos son: 330 - 0 - 512 - 122 - 514 - 332 kg ha⁻¹ año. Además, alternados con estos ciclos de fertilizante, se aplicó dos ciclos de gallinaza que suman 1.4 ton ha⁻¹ año.

Confección de las minicomposteras

Las minicomposteras se realizaron empleando una modificación de la metodología utilizada por Barquero (1996), esto es, en áreas dentro de la plantación que tenían un radio de 2.5 m utilizando los materiales siguientes:

- * 50 raquis (“pinzotes”) de 2.8 kg picados *in situ*,
- * 10 sacos de banano picados (cada saco pesa 35 kg),
- * 12 kg de suelo de la misma plantación,
- * 50 raquis picados *in situ*,

* hojas cubriendo el montículo.

Cada minicompostera tenía un peso fresco promedio inicial de 0.65 tonelada y alcanza un diámetro promedio de 2.25 m y una altura de 0.70 m.

Durante los primeros 21 días la minicompostera sufre una rápida disminución del volumen (hasta en un 50%), producto de la deshidratación de los materiales. Luego continúa una disminución promedio de 0.3% por día, hasta estabilizarse a los 150 días con un volumen final menor al 20% del volumen inicial. Las minicomposteras fueron confeccionadas a una densidad de 100 unidades por hectárea. Durante el período comprendido entre Octubre de 1996 a Octubre de 1997 se realizaron cuatro ciclos de confección de minicomposteras espaciados cada tres meses.

Parcelas de evaluación

Las parcelas de evaluación son un método para determinar, durante “n” ciclos de producción sucesivos el crecimiento y cosecha de las plantas. Con la ayuda de un pogo de 7.98 m² fueron establecidas 10 parcelas a lo largo del Cable 11 Sur y 10 parcelas en un área testigo (Cable 12 Sur).

En cada una de las 20 parcelas de evaluación se midió semanalmente el peso de los racimos cosechados y mensualmente se realizó un muestreo de raíces para determinar los niveles de población de nematodos y la cantidad de raíces totales y raíces funcionales. Estas muestras fueron tomadas y analizadas según la metodología descrita por Araya, Centeno y Carrillo (1995).

Resultados y discusión

La Fig. 1 muestra el comportamiento del peso del racimo de los Cables 11 Sur y 12 Sur (área testigo) durante el período comprendido de Noviembre de 1996 a Octubre de 1997. La producción de ambas áreas fue similar a lo largo del año 1997, debido posiblemente a un efecto acumulado de las prácticas agronómicas que tuvo la finca durante 1996. El incremento de la producción en el mes de Julio de 1997 en el Cable 11 Sur y en Mayo 1997 en Cable 12 Sur, puede estar relacionado con la cantidad de raíces funcionales presentadas por las plantas durante los tres meses que anteceden a la cosecha (Figs. 3 y 4, respectivamente).

A pesar de los resultados obtenidos en el peso de los racimos durante el año 1997, se espera que los aportes de nutrimentos incorporados a través de las minicomposteras contribuyan a incrementar la producción del área de Cable 11 Sur a partir del segundo año experimental (1998). Russo *et al.*, (1994) reportaron que los efluentes obtenidos del raquis de banano presentaron un efecto bioestimulante húmico sobre el crecimiento de plántulas de banano en condiciones de vivero. Resultados similares han sido obtenidos por Vargas, Acuña y

Laprade (datos sin publicar) a partir de los efluentes liberados, directamente, por las minicomposteras. Con base en el estudio realizado por Barquero (1996) se calculó la cantidad de nutrimentos que pueden ser liberados por las minicomposteras al cabo de 150 días de haberse confeccionado (Cuadro N°. 1). Es importante mencionar que a pesar de que los abonos orgánicos aportan pequeñas cantidades de elementos nutritivos, su lenta liberación los hace potencialmente más efectivos que los químicos de liberación inmediata porque, además de abastecer al cultivo en forma continua, previenen las pérdidas por lixiviación durante los períodos de exceso de precipitación.

Sin embargo, en cultivos de alta demanda nutricional como el banano, su uso

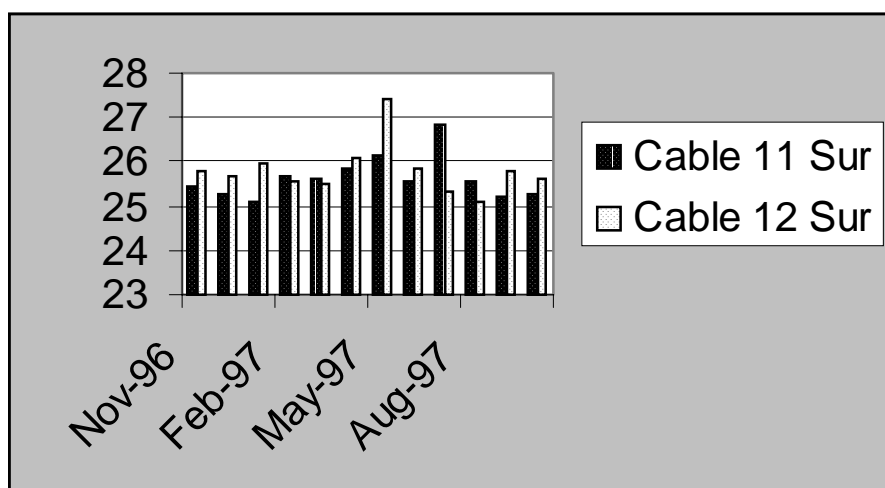


Fig. 1. Peso promedio mensual de los racimos cosechados en área de Cable 11 Sur y sección testigo (Finca San Pablo)

deberá entenderse como enmienda para mejorar la estructura física de los suelos y el balance general de la fertilidad del suelo. (Vargas, Laprade y Barquero, 1996).

Los análisis nematológicos de las muestras de raíces revelaron que las poblaciones de *Radopholus similis* (Fig. 2) fluctuaron conforme varió la cantidad de raíces totales y raíces funcionales de las plantas de banano, tanto en el área de confección de minicomposteras (Fig. 3) como en el área testigo (Fig. 4). Estos resultados parecen indicar que la cantidad de nematodos está influida por la cantidad de raíces totales y raíces funcionales que tenga la planta.

Cuadro N°. 1. Promedio estimado de nutrientes liberados por las minicomposteras confeccionadas en Cable 11 Sur, al cabo de 150 días de biodegradación

Materia seca	Nutrimento en kg						Nutrimento en g		
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
kg	0.29	0.62	6.05	0.14	0.16	3.72	6.73	4.34	70.3
kg ha ⁻¹ ciclo ¹	18.85	40.3	393.2	9.10	10.4	279	437.4	282.1	4569.5
kg ha ⁻¹ año ²	75.4	161.21	573	36.40	41.6	1116	1749	1128	18278

¹En un ciclo se confeccionaron 100 minicomposteras ha⁻¹ de 0.65 ton.

²En un año se realizaron cuatro ciclos de minicomposteras ha⁻¹

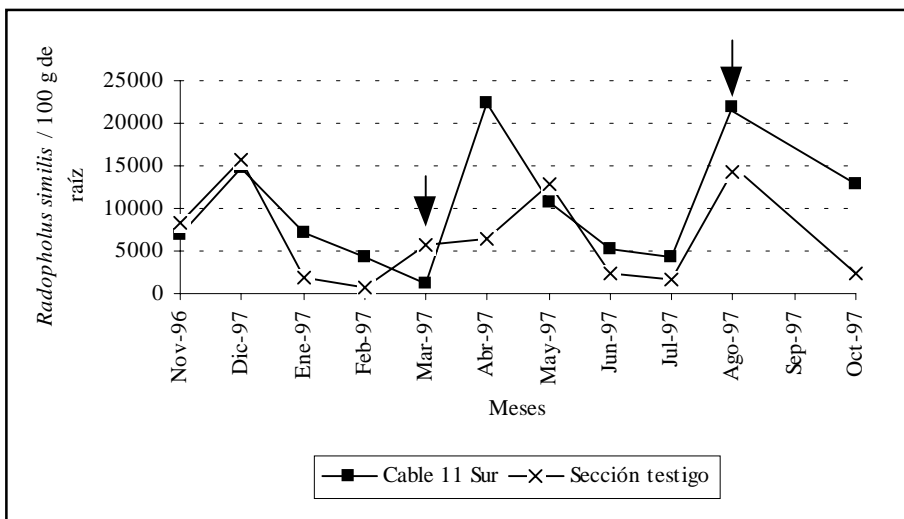


Fig. 2. Cantidad de *Radopholus similis* / 100g de raíz en las plantas de cable 11 Sur y sección testigo (Finca San Pablo)

Probablemente cuando las raíces disminuyen los nematodos mueren o migran a la vegetación de cobertura aledaña. Este aspecto amerita un estudio particular sobre la dinámica de las poblaciones de nematodos, así como de la capacidad de las plantas de cobertura para funcionar como hospederos alternos.

El uso de plantas que no sean hospederas de *R. similis* sería una medida que puede contribuir a obtener un mejor control de las poblaciones de este endoparásito. En el Cable 11 Sur las poblaciones de nematodos también pudieron ser influenciadas por los efluentes liberados por las minicomposteras durante las

primeras semanas de biotransformación. Resultados preliminares de una investigación en curso (Araya y Acuña, CORBANA, com. per.), reflejan un aparente efecto depresivo de estos efluentes sobre las poblaciones de nematodos; sin embargo, debido a las características del cultivo, para la obtención de datos significativos es necesario evaluar al menos tres ciclos sucesivos de producción.

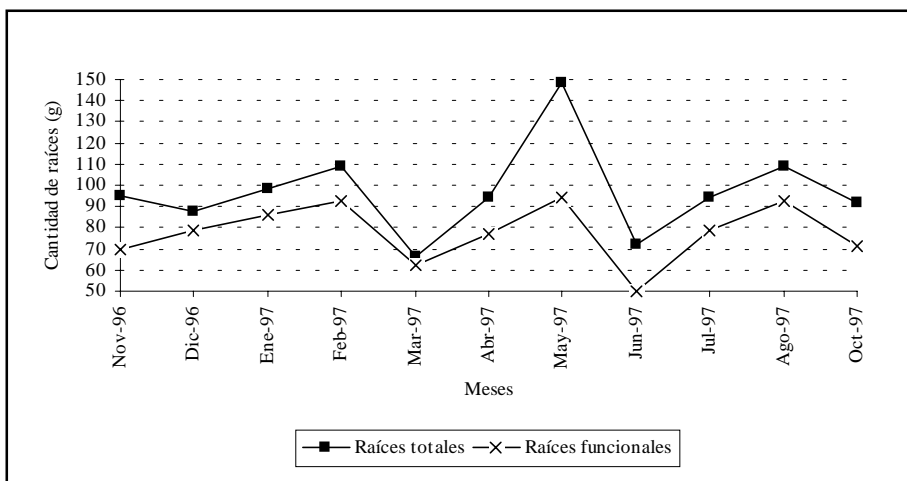


Fig. 3. Cantidad de raíces totales y raíces funcionales en las plantas de Cable 11 Sur de Finca San Pablo

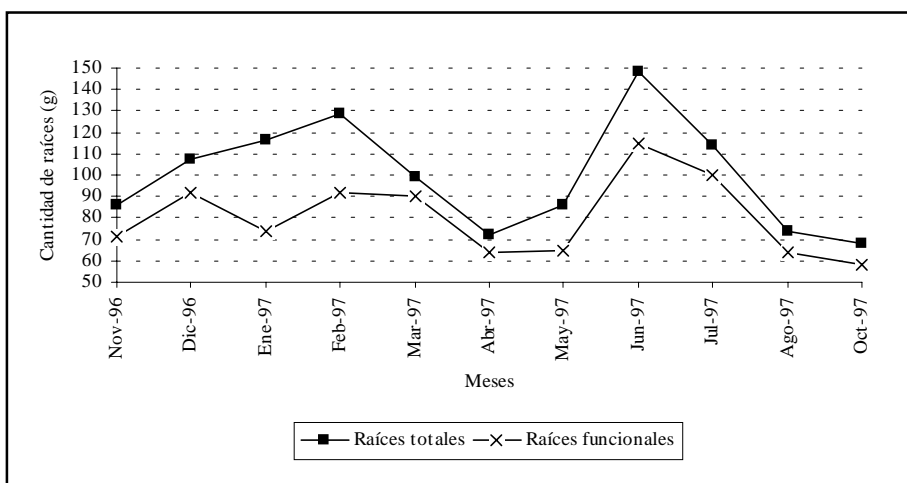


Fig. 4. Cantidad de raíces totales y raíces funcionales en las plantas de Cable 12 Sur de Finca San Pablo

En el área de Cable 12 Sur las poblaciones de nematodos fueron controladas con la aplicación de nematicidas en Marzo y Agosto de 1997 (Fig. 2).

La tendencia a aumentar la cantidad de raíces totales y funcionales del área de Cable 11 Sur, (Fig. 3) al final del primer año de experimento puede deberse al efecto de la adición de la materia orgánica. En contraste con el área testigo, en el área de Cable 11 Sur se observó muchas raíces jóvenes con gran cantidad de pelos radiculares, especialmente bajo los áreas donde fueron establecidas las minicomposteras.

Conclusiones

La confección de minicomposteras no afectó la producción del cultivo de banano durante el primer año; no obstante, se requiere más evaluaciones en el tiempo, que permitan determinar el impacto cuantitativo de esta práctica sobre los rendimientos. Un estudio de determinación de costos es también muy pertinente. La dinámica poblacional de *Radopholus similis* fue muy similar en el área manejada más amigablemente con el ambiente con relación al área testigo.

Referencias

- ARAYA, M.; M. CENTENO W. CARILLO. 1995. Densidades poblacionales y frecuencia de los nematodos parásitos del banano (Musa AAA) en nueve cantones de Costa Rica. CORBANA 20(43):6-11.
- BARQUERO, M. 1996. Evaluación del composteo de los desechos orgánicos (pinzote y banano de rechazo) en una plantación bananera. Tesis Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 57p.
- RUSSO, R.; J. LUGO; O. ARREOLA; O. ARANGO. 1996. Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (Musa AAA, Subgrupo Cavendish cv. 'Gran enano'). pp 202. En: Resúmenes del XL Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los Cultivos y los Animales. 13 al 20 de Marzo de 1994. San José, Costa Rica.
- VARGAS, R.; S. LAPRADE; M. BARQUERO. 1996. Consideraciones básicas sobre la biotransformación (composteo) de residuos orgánicos. CORBANA 21(46):163-177.

Factibilidad en la producción orgánica de banano Gros Michel bajo sistemas de pequeños agricultores

P. Zapata, G. Rodríguez, T. Cuesta, C. Armijos,
D. Abuchar y P. Tabora¹

Introducción

La producción de banano orgánico en Costa Rica ha estado en manos de pequeños agricultores que cultivan parcelas reducidas de variedad Gros Michel, bajo un sistema de siembras dispersas en una finca. Estas han sido dedicadas al mercado nacional, como banano de preferencia local, desde que las primeras plantaciones comerciales eran de Gros Michel hasta mediados del siglo, y se quedaron después de los cambios a las variedades Valery y Gran Naine, por su resistencia a la enfermedad del Mal de Panamá.

Debido a la demanda de banano orgánico en los años de 1990, estos pequeños agricultores se dieron cuenta de que gran parte del Gros Michel de estas fincas había sido cultivado en forma orgánica.

La demanda externa por puré de banano orgánico como alimento para bebés creó una necesidad de expandir las plantaciones de Gros Michel, puré este que ha tenido aceptación en el mercado internacional. Se determinó una expansión en forma de pequeños agricultores en donde tiene menos amenaza el Mal de Panamá, una enfermedad muy difícil de controlar en grandes plantaciones.

Con esta expansión un proyecto empresarial de estudiantes de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmedo –EARTH- firmó un contrato con Mundimar, una compañía procesadora de puré de banano que ha promovido la expansión de la siembra de Gros Michel.

¹EARTH Apdo. 4442 – 1000 San José, Costa Rica

Estrategias de producción

El proyecto empresarial fue establecido en una área de bosque secundario tras abandonar el cultivo anterior de cacao forastero (*Theobroma cacao*). El bosque tiene población natural de caucho castilla, indio desnudo, balsa y otros árboles nativos de la zona. Se escogió cinco áreas de claros para la siembra de 100-170 plantas por claro. Se hizo una limpieza de estos para sembrar las plántulas de tres meses de edad. Los claros fueron escogidos por su separación, para evitar la dispersión masiva del Mal de Panamá. El sistema de bosque sirvió como barrera para los inóculos y también como fuente de biodiversidad necesaria para disminuir el impacto de las plagas.

Las plantas fueron sembradas en Febrero de 1998, con una distancia de 4x5 m en huecos con materia orgánica. Las chapias se hicieron cada semana hasta los primeros cuatro meses y cada 30 días después. Luego de un año una ligera chapia fue suficiente. La proliferación de *Geophila sp.*, permitió una cobertura profusa con el efecto de reducir el control de maleza, excepto rodajas cada cuatro meses.

Para el control de nematodos se aplicó *Paecilomyces lilacinus*, cultivado en los laboratorios de EARTH, un hongo antagonista de nematodos. También se usó después Bokashi (materia orgánica fermentada) y EM (microorganismos eficaces) para asegurar que hubiera un alto porcentaje de materia orgánica en el suelo, otra medida para disminuir nematodos patogénicos en el suelo.

La Sigatoka negra fue controlada en el principio con aplicaciones de *Serratia marcescens*, una bacteria quitinolítica alternada con EM cada 15 días durante los primeros cuatro meses, después de lo cual sólo se aplicó EM con una frecuencia de 30 días de intervalo. La dosis fue de un EM a 1000 de agua aplicado hasta que toda la hoja estuviera cubierta. Se aplicó el sistema de cirugía para disminuir la presencia de partes infectadas y remover fuentes de inóculo. También se hizo deshoje para remover las secas.

La fertilización fue hecha con Bokashi de una mezcla de boñiga de ganado lechero, banano, restos de cosecha de maíz y soya, hojas de leguminosas de madero negro (*Gliricidia sepium*), poró (*Erythrina poeppigiana*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), serrín y rociado con EM. Se formó montículos de Bokashi dentro de la plantación y cada dos días durante dos semanas se les revisó y revolvió para mantenerlos aireados. Se aplicó dos kg cada dos meses. El EM contiene cinco grupos de microorganismos: levaduras, bacterias ácido-lácticas, actinomicetos, bacterias fotosintéticas y hongos filamentosos (como las micorrizas), todo para contribuir a la descomposición más adecuada de la materia orgánica.

Resultados de la experiencia

Los frutos comenzaron a emerger a los 14 meses, con 13-14 hojas funcionales. A la hora de la cosecha hubo de 6-7 hojas, un indicador de la buena salud de las plantas. Los racimos tuvieron 22-27 kg, con 9-11 manos por racimo. Los dedos se registraron entre 40-44 en calibre, siendo datos comparables a los frutos de banano Cavendish convencional.

Cuadro N°. 1. Proyección y comparación, indicadores económicos y financieros empresa “Sanobanano S. A” (tasa de cambio 258 Colones x US dólar, 28 de Julio 1998). Fuente: cálculos empresa “Sanobanano S. A”,

Periodo	Feb97- Mar/98	Abr/98- Mar/99	Abr/99- Mar/2000	Abr/2000- Mar/2001	Abr/2001- Mar/2002
Año	1	2	3	4	5
Indicadores económicos	Colones	Colones	Colones	Colones	Colones
Ingresos					
Ingresos por venta de fruta	320 760.00	595 080.00	705 280.00	837 520.00	988 274.00
Ingresos por venta de hijuelos	75 000.00	165 000.00	198 000.00	234 300.00	276 474.00
Ingresos por Ecoturismo	-	70 000.00	80 000.00	94 400.00	111 392.00
Sub total de ingresos	395 760.00	830 080.00	983 280.00	1 166 220.00	1 376 140.00
Egresos					
Mano de obra propia	113 200.00	143 360.00	164 010.00	185 553.00	209 763.00
Préstamo	182 570.75	385 719.90	409 356.69	437 212.80	456 687.54
Intereses (23% anual)	41 991.27	88 715.58	94 152.04	100 558.94	105 687.54
Sub-total de egresos	337 762.02	617 795.48	667 518.73	723 324.74	771 488.67
Ingresos neto	57 997.98	212 284.52	315 761.27	442 895.74	604 651.33
Otros ingresos (posible venta del cultivo)	?	?	?	?	?

El análisis económico y financiero (costos, beneficios, etc.) de este proyecto se puede ver en los Cuadros Nos. 1, 2 y 3 (Apéndice 1). Se ocupó un equivalente de 500 días/hombres por año, cifra relativamente elevada por ser un proyecto de estudiantes, y se estima que sólo unos 200 días-hombres, sí se hubiera hecho por un agricultor, en donde muchas operaciones podrían economizarse. El mayor costo es la mano de obra para la preparación de Bokashi.

El segundo costo mayor es la limpieza de los claros, sin embargo estos costos se disminuyen en los años subsecuentes. Por ejemplo, en los últimos meses la cobertura completa de la *Geophila* ha permitido inmensos ahorros en la labor

Cuadro N°. 2. Proyección y comparación de indicadores económicos y financieros empresa “Sanobanano S. A”, US dólares. Fuente: cálculos empresa “Sanobanano S. A”, 1998

Periodo	Feb97- Mar/98	Abr/98- Mar/99	Abr/99- Mar/2000	Abr/2000- Mar/2001	Abr/2001- Mar/2002
Año	1	2	3	4	5
Indicadores económicos	dólares	dólares	dólares	dólares	dólares
Ingresos					
Ingresos por venta de fruta	1243.26	2066.25	2183.53	2320.00	2446.22
Ingresos por venta de hijuelos	290.70	572.92	613.00	649.03	684.34
Ingresos por Ecoturismo	-	243.06	247.68	261.50	275.72
Sub total de ingresos	1533.95	2882.22	3044.21	3230.53	3406.29
Egresos					
Mano obra propia	438.76	497.78	507.77	514.00	519.22
Préstamo	707.64	1339.31	1267.36	1211.12	1130.41
Intereses (23% anual)	106.00	225.00	238.00	254.00	266.00
Sub-total de egresos	1252.40	2062.08	2013.13	1979.11	1915.63
Ingresos neto	281.56	820.14	1031.08	1251.41	1490.66
Otros ingresos (posible venta del cultivo)	?	?	?	?	?

Indicadores financieros: Tasa de Interno de Retorno (TIR % anual) 39.6;

Valor Actual Neto 35 514.41

de chapia.

La preparación del Bokashi podría ser disminuida porque se estabiliza el sistema y la masa proporcionada por los árboles sería un aporte de abono natural.

El análisis de costos y beneficios (1.22 a 1.70 en 5 años) indica que es un proyecto rentable a pesar de tener un precio bajo de 30 Colones (US\$0.12) por kg, en 1998 bajó un rendimiento de 25 toneladas por hectárea. El costo por kg se podría determinar como 20 Colones (US\$0.08) por kg. Comparando estos costos con el banano convencional en EARTH, el costo por racimo en el campo es de US\$2.00-2.35/ racimo de 20-24 kg de banano, que califican para el empaque, se puede determinar un costo entre 20-29 Colones (US\$0.08-0.11) por kg. Esto significa que los costos de producción de banano orgánico del proyecto Sano Banano son muy parecidos a los de producción de banano convencional.

El ingreso neto después del tercer año está en US\$ 578/ha/año, pero el ingreso

familiar sube a US\$1551/año/ha al incluir la mano de obra familiar y el interés del uso de finanzas familiares. Este ingreso es mucho más alto que los originados por maíz, yuca y ganado.

Cuadro N°. 3. Comparación de los costos de producción e ingresos, período Enero/97 – Marzo/98. Empresa “Sanobanano S. A. Fuente: cál-

Indicadores	Programado (Colones)	Ejecutado (Colones)
Ingresos		
Venta de fruta fresca (puré)	1243.26	55.00
Venta de hijuelos	290.70	305.23
Venta S.S. ecoturismo	-	128.17
Indemnización	-	107.31
Subtotal de ingresos	1533.95	595.71
Egresos		
Mano de obra propia	438.76	460.08
Préstamo (O.P.E.)	707.64	282.22
Intereses (23% anual)	162.76	-
Subtotal de egresos	1309.16	742.30
Ingreso neto d./	224.80	(146.60)
Otros ingresos (posible venta del cultivo)	?	?
Costo/kg banano orgánico	0.05	0.15

culos empresa “Sanobanano S. A”, 1998

Discusión de los resultados

El comportamiento de las plantas ante los problemas de plagas ha mostrado de que la Sigatoka negra no ha sido tan grave. Con 13-14 hojas funcionales durante la parida, significa un gran avance porque muchas fincas pequeñas tienen sólo 10-11 hojas/planta.

En la cosecha con 6-7 hojas funcionales se podría determinar que la Sigatoka negra no ha afectado a la pulpa de la fruta y que se conservaría mejor por mucho tiempo durante el transporte. Esto es clave para evitar la maduración prematura porque una exportación a Estados Unidos tarda 5-7 días y a Europa 21-27 días de transporte, lo que significa una gran posibilidad de exportación de banano.

Los costos entre banano orgánico de Sano Banano y banano convencional de

EARTH fueron muy parecidos, lo que significa que es factible producir banano orgánico sin recurrir a una estrategia de altos usos de agroquímicos y a elevados rendimientos que necesitan muchos insumos sintéticos. Esto cuestiona las estrategias presentes y significa que ya se hace necesario determinar las tasas de beneficio a un incremento de tantos insumos sintéticos. En este proyecto se podría esperar ahorros en la chapia porque ya se está desarrollando la cobertura de *Geophila*, y también se podría ahorrar una parte de preparación de Bokashi debido a la contribución de materia orgánica (hojarasca y ramillas) proveniente de los árboles que rodean los claros.

El ingreso familiar de US\$ 1551/ha/año con banano Gros Michel orgánico parece muy cómodo y contribuye altamente a la canasta financiera sin tener que recortar muchos bosques para sembrar cultivos de poco rendimiento. El ingreso neto de US\$ 578/ha/año es respetable dentro de las zonas bananeras comerciales de Cavendish de cultivo convencional.

La tecnología presente para los pequeños agricultores parece ser adecuada para una producción competitiva con los sistemas comerciales de gran escala. Sin embargo todavía se pueden disminuir algunos costos en el sistema agroforestal Sano Banano, en donde se podría utilizar el reciclaje de plantas arbóreas del bosque y la biodiversidad presente para disminuir las aplicaciones de extractos y fermentos contra Sigatoka negra.

Conclusiones

Es aparente la factibilidad de la producción de banano Gros Michel basándose en tres parámetros:

- * Costos muy parecidos del banano convencional.
- * Ingresos altos por hectárea para una pequeña familia con escasos recursos
- * Calidad de fruta adecuada para la exportación.

Referencias Consultadas

- ELZAKKER, BO VAN COMP. 1995. Principios y prácticas de la agricultura en el trópico 86 pp., Fundación Guilmbe. San José, Costa Rica.
- ACUÑA, R. Y P. TABORA. 1997. ¿Cómo producir banano orgánico? Una guía para pequeños agricultores.

Apéndice 1: Canasta de insumos.

Fuente: cálculos empresa “Sanobanano S.A”, 1998

Año		1	2	3
Actividad	Unidad	Cant. Proy.	Cant. Proy.	Cant. Proy.
Gastos administrativos	ha/año			
Alquiler de terreno	ha/año			
Preparación de terreno				
Análisis de suelos		1	0	0
Drenajes	h/hombre	20	15	10
Resiembra				
Semilla (5 %)	plántulas	625	32	30
Curación semilla	horas	7	1	1
Mano de Obra	h/hombre	83	2	2
Control de malezas				
Mano de Obra	h/hombre	120	130	120
Control fitosanitario				
Prod. biológicos				
(<i>Serratia marcescens</i> , E.M. y <i>Paecilomyces</i> <i>lilacinus</i>)				
Alquiler Equipo de aspersión (Bomba motor y mochila)				
Mano de Obra	h/hombre	70	120	120
Fertilización				
Plástico Negro para				
Compost ó Bokashi	kg	3	3	3
Transporte de Insumos	km	30	30	30
Mano Obra/Elaboración	h/hombre	45	45	45
Mano Obra/Aplicación	h/hombre	40	40	40
Mano Obra/ recolección de insumos	h/hombre	25	25	25
Cosecha hijuelos				
Mano de Obra	h/hombre	25	25	25
Cosecha fruta				
Alquiler transp.-animal	días	8	8	8
Mano de Obra	h/hombre	110	110	110
Herramientas				
Machete	unidades	1	1	1
Curvos	unidades	1	1	1
Total mano obra propia	h/hombre	560	512	497

Insumos para la producción orgánica del banano

Gabriela Soto¹ y Sébastien Tripon²

Introducción

Todo agricultor que evalúa la posibilidad de convertirse en productor orgánico, o aquel otro que ha tomado la decisión de disminuir el uso de agroquímicos en su finca, se preguntan: ¿cuáles son los productos naturales que puedo utilizar para sustituir a los sintéticos?, ¿qué productos permite la certificación orgánica?; los insumos ofrecidos por los vendedores de agroquímicos de las casas comerciales como “orgánicos”, ¿son permitidos o no?

En el presente documento se discute algunos aspectos sobre el uso de insumos en la agricultura orgánica, se detalla las listas de insumos de diversas agencias de certificación, los criterios utilizados por IFOAM (International Federation of Organic Movements) para la selección de insumos a ser utilizados, la política de reconocimiento de marcas comerciales a partir de las listas genéricas y algunas recomendaciones para facilitar este proceso en los países.

Papel de los insumos en la producción orgánica

El desarrollo de la agricultura convencional tiene como base la adición de insumos al sistema productivo para solucionar limitaciones creadas por el mismo sistema. Por ejemplo, la compactación del suelo por el abuso del arado, la reducción del área a explorar por el sistema radical, lo que obliga a agregar más agua y más fertilizantes químicos.

En la agricultura orgánica, por el contrario, se promueve un mejor manejo del sistema a fin de disminuir la necesidad de insumos externos. Por ejemplo, reducir la salida de biomasa del sistema mediante la utilización de residuos de las cosechas en la finca o favoreciendo la producción de biomasa en períodos de descanso

¹ANAO, UCR-CIA Apdo. 132 - 2020, Centro Postal, Costa Rica

²INIBAP LACNET CATIE Apdo. 60 – 7170 Turrialba, Costa Rica

del suelo (entre calles y bordes); establecer equilibrios naturales a través de un incremento en la biodiversidad del sistema de tal forma que se restablezcan en lo posible equilibrios naturales para volver a niveles manejables las poblaciones “plaga”. En agricultura orgánica se entiende el uso de insumos permitidos como una herramienta para el período de conversión, pero se busca que su uso disminuya conforme se restablecen los sistemas de manejo integral.

Por otro lado, no se debe considerar el uso de productos naturales sin algún factor de riesgo por toxicidad. Es cierto que estos insumos, por su origen, tienen naturalmente organismos que los descomponen y evitan su acumulación en los sistemas, pero esto no elimina que algunos de ellos puedan ser tóxicos si se les usa descuidadamente. Las normas de certificación (conforme se conoce más sobre estos productos), establecen restricciones para su uso; tal es el caso de la nicotina o de los extractos de madera, pero existen aún muchos otros de los que no se tiene información y que, por lo tanto, deben ser utilizados con cuidado aunque las normas no lo mencionen. El productor debe preparar y aplicar estos extractos con el mismo cuidado con que utiliza uno químico sintético de conocida toxicidad.

Listas de insumos según las normas

Todas las agencias de certificación en el mercado internacional presentan, además de las normas de producción, la lista de insumos. La mayoría la han dividido en tres secciones:

- * listas para el mejoramiento de los suelos,
- * listas para el control de enfermedades y plagas,
- * listas para el procesamiento de alimentos.

Sin embargo existen variaciones en su presentación. A continuación se muestra los tipos de lista más comunes, utilizando para esto agencias de certificación o entes acreditadores.

* La Agencia Certificadora **Organic Crop Improvement Association -OCIA-** presenta en su lista productos PROHIBIDOS, RESTRINGIDOS Y APROBADOS, y explica, en caso de que existan, los condicionantes para el uso de los productos (Cuadro N°. 1).

* Listas de productos comerciales: **algunas agencias certificadoras** como CCOF de California (California Certified Organic Farmers) y OTCO (Oregon Tilth Certification Office) han creado, además de las listas de productos genéricos, otras con marcas comerciales. Actualmente las listas de marcas comerciales son poco comunes entre las agencias de certificación.

* La **Unión Europea** presenta la llamada “Lista Positiva”, que incluye lo que sí se permite, pero no da una lista de productos prohibidos.

* La **National Organic Standard Board -NOSB-**, creada en 1991 para establecer la normativa para producción orgánica que regirá como ley en los Estados Unidos, ha presentado una lista tentativa que incluye los productos naturales prohibidos y los productos sintéticos permitidos.

*El **Codex Alimentarius** ha incluido, además de las secciones anteriores, una de “ingredientes de origen no-agrícola”. La lista del CODEX no pretende ser completamente inclusiva o exclusiva, si no más bien una guía para instancias regulatorias (Riddle, J. 1998).

* **La International Federation of Organic Movements -IFOAM-** presenta una lista de productos permitidos y permitidos con restricciones para las ayudas de proceso o ingredientes.

* **La Organic Materials Review Institute -OMRI-**. Las agencias de certificación en Estados Unidos han decidido formar una institución que se encargue de proveer listas básicas de materiales. La OMRI fue formada en 1997 y es financiada por la mayoría de las agencias de certificación en Estados Unidos. El objetivo es tener un ente especializado en la evaluación de insumos que elabore tanto listas genéricas (similares a las ya existentes) como comerciales. El primer borrador de OMRI fue publicado en Abril de 1998. OMRI publica una lista de marcas comerciales permitidas pero su uso se dificulta dado que la mayoría de los productos comercializados en forma local en nuestra región no están incluidos en esta lista. Sin embargo, es muy valiosa pues contiene productos genéricos y se puede obtener mediante una cuota anual de US\$7.5.

Criterios para la selección de insumos para la producción orgánica

IFOAM ha establecido seis criterios básicos para la selección de materiales utilizables en agricultura orgánica. Todo insumo aprobado por IFOAM debe cumplir con estos seis requisitos, a saber:

Necesidad del insumo

Para que cualquier insumo sea aceptado debe ser de reconocida necesidad para la producción de algún cultivo. Es posible que el insumo sea restringido a: cultivos específicos, regiones específicas, condiciones ambientales o de manejo, y si el producto entra o no en contacto con el insumo. Por ejemplo, la Unión Europea aceptó hasta el año pasado el etileno sólo para banano.

Naturaleza y modo de extracción de las materias primas

El insumo o sus materias primas pueden ser de origen orgánico o mineral. Cuando haya posibilidad de elegir entre varios insumos, las prioridades de selección por orden de preferencia son las siguientes:

- * insumos renovables: sin exceder la capacidad de regeneración natural,
- * insumos de origen mineral,
- * insumos sintéticos químicamente idénticos al producto natural (ej. ácido acético, feromonas, etc.).

Debe existir argumentos ecológicos, técnicos o económicos para permitir el uso de insumos de síntesis química idéntica al natural. Su empleo es aceptado únicamente en casos excepcionales y en forma temporal. El productor debe tener un plan alternativo para suspender su uso.

Metodos de producción

Algunos insumos resultan de procesar ingredientes orgánicos o minerales. Entre los métodos de procesamiento permitidos están:

- * procesos mecánicos,
- * procesos físicos,
- * procesos enzimáticos,
- * procesos que utilizan “micro”organismos (por ejemplo el proceso de compostaje),
- * procesos químicos permitidos sólo en casos excepcionales.

Extracción o recolección

Si las materias primas de los insumos agrícolas se extraen de ambientes naturales ello no debe afectar la estabilidad del hábitat ni la conservación de las especies de esa zona. Ejemplos: extraer calcio de arrecifes coralíneos o nitrato chileno.

Ambiente

Seguridad ambiental

Los insumos no deben ser tóxicos o provocar efectos tóxicos sobre el ambiente (plantas, animales o microorganismos).

Tampoco deben contaminar las fuentes de agua (superficial, pozos o aguas freáticas), el suelo ni el aire.

Se debe evaluar el impacto que puede ocasionar tanto el uso del insumo como el procesamiento del mismo y los metabolitos después de su descomposición.

Además es necesario considerar las siguientes características del insumo:

* **degradabilidad:** todos los insumos deben ser degradables a CO_2 , H_2O y, o, su forma mineral. Los insumos con alta toxicidad aguda en organismos no-meta deben tener una vida media de cinco días. Las sustancias naturales utilizadas como insumos y consideradas no-tóxicas (por ejemplo, compost, boñiga, etc.) no tienen que ser degradables en un tiempo limitado.

* **toxicidad aguda en organismos no-meta:** Cuando los insumos tienen una alta toxicidad aguda con organismos no-meta es necesario establecer restricciones para su uso y medidas apropiadas para asegurar la sobrevivencia de esos organismos, como por ejemplo habilitar lugares donde los organismos no-meta puedan resguardarse durante las aplicaciones, efectuar las mismas a una buena distancia de lagos, otros. Las dosis máximas de aplicación deben ser especificadas claramente. Si no se puede tomar las medidas necesarias para la aplicación segura de estos productos, no se les podrá utilizar.

* **toxicidad crónica:** Aquellos insumos que se acumulen en los organismos, o de cuales exista sospecha como carcinogénicos o mutagénicos, no deben ser utilizados. Si existe algún riesgo se debe tomar las medidas necesarias para reducirlo a un nivel aceptable y para prevenir impactos negativos persistentes en el ambiente.

* **productos sintéticos y metales pesados:** Los insumos orgánicos no deben tener cantidades perjudiciales de productos de síntesis artificial que no existan en la naturaleza, como por ejemplo productos xenobióticos. Los productos de síntesis química idénticos a los naturales son aceptables. Los insumos minerales deben tener el menor contenido posible de metales pesados. También se debe considerar los daños al ambiente durante el proceso de extracción y transformación de los minerales. Debido a la falta de alternativas razonables, las sales de cobre utilizadas como fungicidas son una excepción a esta regla. El uso del sulfato de cobre en la agricultura orgánica es temporal. Cuando sea necesario utilizar las sales de cobre su aplicación deberá cumplir con todas las restricciones ambientales establecidas.

Salud humana y calidad del producto

Salud humana

Los insumos no deben ser tóxicos para la salud humana durante su procesamiento, uso o degradación. Si se presenta riesgos se debe tomar las medidas preventivas apropiadas para reducir este riesgo a nivel aceptable. Asimismo se debe establecer normas específicas para los insumos utilizados en la producción orgánica.

Calidad del producto

Los insumos no deben tener ningún efecto negativo en la calidad del producto, como por ejemplo en sus características visuales, de sabor o de vida en el estante.

Consideraciones éticas

Los insumos no deben ocasionar efectos negativos en el comportamiento natural o en el funcionamiento de los animales de la finca.

Aspectos socioeconómicos

Percepción del consumidor

Los insumos utilizados en la agricultura orgánica no deben ser rechazados por los consumidores de productos orgánicos. Un insumo puede ser considerado por los consumidores como contaminante para el ambiente, o inseguro para la salud humana o animal, aun cuando esto no haya sido comprobado. Los insumos no deben interferir con la opinión general de lo que es natural y orgánico, como por ejemplo los organismos genéticamente modificados.

Insumos para la producción de banano orgánico

Limitaciones para el etiquetado de los materiales

El objetivo inicial de INIBAP al incluir el tema de insumos orgánicos en la agenda de este evento fue que al final de este capítulo el productor pudiera contar con una lista de los insumos permitidos para la producción de banano orgánico.

Esta recopilación es sencilla, si se conocen las necesidades del cultivo y las listas de materiales genéricos permitidos por las diferentes agencias y legislaciones.

Por ejemplo, en los Cuadros Nos. 1 y 2 se presenta la lista general de materiales permitidos para el mejoramiento de suelos y para el control de plagas.

Sin embargo, es difícil presentar una lista con nombres comerciales dadas las restricciones que las normas aplican a algunos de estos materiales y a la falta de información en el etiquetado de los insumos. Por ejemplo, en Costa Rica existen en el mercado al menos ocho tipos diferentes de ácidos húmicos; a saber: Carbovit, Humiplex, Humitron, Ecohum, Tri-humus, Uptake 12, Nutrihúmico y Nutrisoil.

Cuadro N°. 1. Productos permitidos para la nutrición y mejoramiento de suelos en la producción orgánica de banano

Insumos minerales permitidos	Insumos orgánicos permitidos
Roca fosfórica Carbonato de calcio Razorita, Kieserita Sulfato de potasio (minado) Borato de sodio K-Mag Quelatos naturales Dolomita	Estiércol natural Estiércol crudo (restricciones) Humatos Inóculos microbianos <i>(Rhizobium, Azotobacter)</i> Emulsiones de algas y pescado Harina de pescado Compost Suero lácteo

Cuadro N°. 2. Productos permitidos para el manejo de plagas en la producción orgánica de banano

Productos permitidos
Feromonas Trampas mecánicas Aceites minerales y vegetales Piretrinas naturales Azaradictina Rotenona Quasia (restringido) Caldo bordelés (con restricciones) Azufre (para uso foliar únicamente)

Las restricciones para los ácidos húmicos que aparecen en la OMRI son las siguientes:

“Los ‘humatos’ son permitidos si son derivados de leonardita, lignita o turba. No se aceptan si son fortificados con nutrimentos sintéticos. Los derivados de ácidos húmicos permitidos son aquellos humatos no sintéticos extraídos por hidrólisis o con hidróxido de potasio. Ácidos húmicos extraídos con hidróxido de amonio o hidróxido de Na u otras bases sintéticas son prohibidos. La fortificación de los ácidos húmicos con nutrimentos de origen sintético, incluyendo el hidróxido de K, son prohibidos”.

Se aplica restricciones similares a productos microbiológicos, donde se limita el uso del producto si este contiene preservantes sintéticos. En consecuencia, tanto en el caso de los productos biológicos como de los ácidos húmicos, la información que se incluye en la etiqueta no es suficiente para saber si el producto se puede utilizar o no para la producción orgánica certificada. La única manera que encontramos para solucionar este problema es crear un ente nacional o regional que elabore las listas de marcas comerciales, solicitando directamente a los fabricantes toda la información necesaria. En muchos casos las empresas comerciales no desean que sus secretos técnicos se hagan públicos, por lo que este ente deberá ofrecer absoluta confidencialidad en el proceso de inscripción de insumos.

En Costa Rica la agencia certificadora Eco-LOGICA está desarrollando una lista como la mencionada anteriormente para uso de sus clientes, y eventualmente el objetivo es pasar a la certificación de insumos.

Otro problema que se presenta para certificación de insumos es la falta de información sobre ingredientes “inertes”. El informe “Toxic Secrets: Inert Ingredients in Pesticides, 1987-1997”, escrito por la Northwest Coalition for Alternative to Pesticides (NCAP), indica que en Estados Unidos, 610 de las sustancias químicas reportadas como materiales inertes son peligrosas para la salud humana y el ambiente (carcinogénicas o contaminantes). Actualmente, 4.1 billones de toneladas de materiales inertes son utilizados por año en los Estados Unidos (el informe completo se puede encontrar en www.efn.org/ncap, o al correo pests@ifc.org).

Pero aunque este punto ha sido discutido ampliamente en los foros de normas orgánicas, es imposible aplicar restricciones si los fabricantes no suministran en sus etiquetas la información completa sobre los materiales inertes utilizados. Este es otro dato que se puede solicitar a los fabricantes mediante un proceso de certificación de insumos que asegure absoluta confidencialidad de los secretos de fabricación.

Variaciones entre listas

Otro de los problemas que generalmente encuentra el agricultor que se inicia en la producción orgánica es no definir desde un principio la agencia de certificación con la que va a trabajar, por lo que no sabe con certeza cuál lista de insumos utilizar como guía. Al presente trabajo se adjunta una lista de insumos de OMRI (la más extensa que existe en la actualidad), que fue comparada con la lista de IFOAM y de la Unión Europea.

En consecuencia, si el agricultor tiene duda sobre algún insumo podrá revisar esta lista y determinar si el producto es aceptado o restringido por las tres

entidades más importantes actualmente en insumos para la certificación orgánica (Apéndice 1).

Recomendaciones finales

Uno de los principales objetivos de este taller es recopilar la información existente sobre producción orgánica de banano y transmitirla a los agricultores para facilitar el proceso de transición, así como informar mejor a aquellos que todavía consideran imposible ingresar en este campo.

La pregunta “¿qué puedo usar y qué no?”, la presión de los vendedores ofreciendo productos autorizados para la producción orgánica y la incertidumbre al no conocer al detalle las listas oficiales de las diferentes agencias, es algo que hemos observado en Costa Rica como uno de los factores importantes que se debe solucionar para favorecer el desarrollo de la agricultura orgánica. En este capítulo se ha tratado de suministrar información sobre las listas disponibles y sobre los inconvenientes que éstas aún presentan.

Considerando la situación antes descrita, tanto en Asociación Nacional de Agricultura Orgánica -ANAO- como en Eco-LOGICA se considera una prioridad desarrollar la lista de insumos de marcas comerciales y eventualmente un programa de certificación de insumos para la agricultura orgánica. Este trabajo no debe ser llevado a cabo necesariamente por cada uno de los países de la región sino que instituciones como INIBAP podrían favorecer la creación de listas regionales, útiles para todos los países centroamericanos o del Caribe. Estas listas pueden hacerse por cultivo o simplemente una lista general por región.

Otro aspecto prioritario, es la adaptación de las normas y de las listas a las condiciones locales. Como se explicó en el capítulo de Certificación Orgánica, las normas de certificación al igual que las listas de insumos permitidos fueron establecidas inicialmente por los productores en sus regiones. La modificación de ellas es todavía un proceso abierto a través de la votación de los miembros en las asambleas de asociaciones como IFOAM, OCIA, OTCO, etc.

Estas entidades han solicitado en múltiples ocasiones a los países de las zonas tropicales que presenten las modificaciones necesarias para adaptar las normas a sus condiciones locales. Sin embargo, hasta la fecha, la respuesta ha sido muy poca. Nuevamente, es importante crear foros regionales de discusión de estas normas, de tal forma que se presenten propuestas regionales para su modificación.

Es común escuchar críticas en el sentido de que las normas fueron fijadas para zonas templadas y que no se aplican al trópico, pero el movimiento orgánico es todavía un proceso abierto y si no estamos de acuerdo con las normas nos toca a nosotros adaptarlas a nuestras condiciones.

Referencias

- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1997. Report of the Twenty.fifth Session on the Codex Committee on Food Labelling. Ottawa, Canada. April 1997.
- IFOAM, 1996. Basic Standards for Organic Agriculture and Processing and Guidelines for Coffee, Cocoa and Tea, Evaluation of Inputs. Decided by the IFOAM General Assembly at Copenhagen/Denmark, August 1996.
- IOIA, 1998. New data on "Inerts". The Inspectors' Report. Published by the Independent Organic Inspectors Association. Pg. 7.
- OCIA, 1996. Reglamento Internacional. Asociación para el Mejoramiento de los Cultivos (OCIA).
- OMRI, 1998. Generic and Brand Name Products Lists. OMRI.Organic Materials Review Institute.
- RIDDLE, J. 1998. Movement at CODEX. The Inspectors' Report. Published by the Independent Organic Inspectors Association. Pg. 8-9.

Apéndice 1

La base de este trabajo es la lista de OMRI, la cual es la más extensa actualmente. Fue comparada con la lista de IFOAM y la de la Unión Europea, integrando vínculos entre los términos de las tres listas.

El cuadro tiene las informaciones siguientes:

- * Número siguiendo el orden alfabético de los materiales
 - * El nombre del material
 - * Características de los materiales dentro de la lista de la OMRI:
 - ⇒ Número asignado al material en la lista de OMRI
 - ⇒ El estado de este material:
 - A: Permitido (Allowed)
 - R: Restringido (Regulated)
 - P: Prohibido (Prohibited)
 - U: No resuelto (Unresolved)
 - ⇒ La clase de este material
 - CPA: Ayuda para producción de cosechas (Crop Production Aid)
 - D: Manejo de enfermedades en las plantas (Disease Control in Plants)
 - F: Fertilizantes y enmiendas (Fertilizer and Soil Amendments)
 - I: Manejo de insectos (Insect or Mite Pest Management)
 - N: Manejo de nematodos (Nematode Control)
 - PH: Materiales para poscosecha (Post Harvest Materials)
 - W: Control de malezas (Weed Control)
 - ⇒ Información sintética (S) o no sintética (N)
 - * Características de los materiales dentro de la lista de la IFOAM:
 - ⇒ El estado:
 - A: Permitido (Allowed)
 - R: Restringido (Regulated)
 - P: Prohibido (Prohibited)

⇒ La clase:

- M: Minerales
- OM: Materia orgánica producida en la finca
(Organic matter produced on the farm)
- OOM: Otra materia orgánica (Other organic matter)
- PPDC: Producto para control de plagas y enfermedades
(Products for Plant Pest and Disease Control)

* Características de los materiales dentro de la lista de la Unión Europea:

⇒ El estado:

- A: Permitido (Allowed)
- R: Restringido (Regulated)

⇒ La clase:

- FSC: Fertilizantes y condicionantes para el suelo
(Fertilizers and soil conditioners)
- PPP: Products for plant protection
- A: Atrayentes (Attractant)
- AC: Acaricida (Acaricide)
- B: Bactericida (Bactericide)
- BPC: Microorganismos para el control biológico de plagas
(Microorganics used for biological pest control)
- D: Maduración del banano (Degreening bananas)
- F: Fungicida (Fungicide)
- I: Insecticida (Insecticide)
- M: Molusquicida (Molluscicide)
- P: Prevenir la maduración del banano
(Prevention of ripening of bananas)
- R: Repelente (Repellent)
- SI: Inhibidor de brote (Sprout inhibitor)

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
1	Acetic acid see 143, 152	1	A	CPA	-	-	-	-	-
2	Acetic acid	2	A	D	-	-	-	-	-
3	Acetic acid	3	A	I	-	-	-	-	-
4	Adjuvants, allowed see 83, 214, 369, 386, 390, 393, 422, 457	4	A	CPA	-	-	-	-	-
5	Adjuvants, regulated see 84, 133, 215, 307, 387, 391, 394, 423, 458	5	R	CPA	-	-	-	-	-
6	Adjuvants, prohibited see 85, 216, 388, 392, 395, 424, 459	6	P	CPA	-	-	-	-	-
7	Alcohol, ethanol see 97	A	CPA	S	-	-	-	-	-
8	Alcohol, isopropyl see 9	8	A	CPA	S	-	-	-	-
9	Alcohol see 7, 8	9	A	CPA	-	-	-	-	-
10	Alfalfa meal see 340	10	A	F	-	-	-	-	-
11	Algae see 25, 362, 363, 364	11	A	F	-	-	-	-	-
12	Aluminium calcium phosphate	-	-	-	-	-	-	R	FSC
13	Amino acids see 88, 89	12	A	F	-	-	-	-	-
14	Ammonia products	13	P	F	-	-	-	-	-
15	Ammonium carbonate	14	A	I	S	-	-	-	-
16	Animal charcoal see 17	-	-	-	-	-	-	R	FSC
17	Animal by-products and materials see 16, 19, 48, 49, 50, 51, 159, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 178, 180, 196, 197, 238, 253, 254, 255, 445, 464	16	A	F	-	-	-	-	-
18	Animal oils	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
19	Animal urine see 17, 238, 445	17	A	F	-	-	-	-	-
20	Antibiotics, avermectin see 23, 30	18	P	D	S	-	-	-	-
21	Antibiotics, streptomycin sulfate see 24, 402	19	R	D	S	-	-	-	-
22	Antibiotics, terramycin (oxytetracycline calcium complex) see 24, 425	20	R	D	S	-	-	-	-
23	Antibiotics see 20, 30	21	P	D	S	-	-	-	-
24	Antibiotics see 21, 22, 402, 425	22	R	D	S	-	-	-	-
25	Aquatic plant products see 11, 221, 362, 363, 364	24	A	F	S	-	-	-	-
26	Arsenate-treated lumber see 27, 339	25	P	CPA	-	-	-	-	-
27	Arsenic see 26	26	P	CPA	-	-	-	-	-
28	Ascorbic acid see 451	27	A	CPA	-	-	-	-	-
29	Ash see 460	28	R	F	N	-	-	-	-
30	Avermectin see 20, 23	29	P	D	S	-	-	-	-
31	<i>Azadirachta indica</i> (Neem) see 60, 280, 317	-	-	-	-	R	PPDC	R	I
32	<i>Bacillus thuringiensis</i> see 33, 266	30	A	I	-	-	-	-	-
33	Bacterial preparation see 32, 266	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
34	Bactericides, synthetic see 303	31	P	D	-	-	-	-	-
35	Bark see 104, 461	-	-	-	-	R	OOM	-	-
36	Basic slag see 311	-	-	-	-	R	M	R	FSC
37	Beeswax see 341	-	-	-	-	-	-	R	PPP ¹
38	Bentonite see 99	-	-	-	-	A	PPDC	-	-
39	Biodynamic preparations added to compost see 106	32	A	CPA	-	-	-	-	-

¹In certain Member States, the products marked with (*) are not considered as plant protection products and are not subject to the provisions of the plant protection products legislation.

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
40	Biodynamic preparations for disease control see 60	33	A	D	-	A	PPDC	-	-
41	Biodynamic preparations for fertilizer, soil and plants	34	A	F	-	-	-	-	-
42	Biological controls	36	A	D	-	-	-	-	-
43	Biological controls	37	A	I	-	-	-	-	-
44	Biological controls	38	A	N	-	-	-	-	-
45	Biological controls	39	A	W	-	-	-	-	-
46	Biosolids see 365	40	P	F	-	-	-	-	-
47	Bleach see 95, 143, 144, 145, 153	42	R	CPA	S	-	-	-	-
48	Blood and blood meal see 17, 49	43	A	F	-	-	-	-	-
49	Blood meal see 17, 48-	-	-	-	R	OOM	R	FSC	-
50	Bone meal see 17, 128	44	A	F	-	R	OOM	R	FSC
51	Bones see 17	45	A	F	-	-	-	-	-
52	Borate see 57	46	A	CPA	-	-	-	-	-
53	Borate	47	A	D	-	-	-	-	-
54	Borate	48	A	I	-	-	-	-	-
55	Borate see 58, 59	49	R	F	-	-	-	-	-
56	Bordeaux mixes see 109, 114, 208	50	R	D	S	-	-	-	-
57	Boric acid see 52	51	A	CPA	S	-	-	-	-
58	Boron products see 55, 265, 338	52	R	F	-	-	-	-	-
59	Boron products see 55, 339	53	P	F	-	-	-	-	-
60	Botanical pesticides see 31, 40, 98, 280, 325, 346, 347, 348, 350, 351, 355, 356, 357, 358, 359	54	R	I	N	-	-	-	-
61	Calcareous amendement see 62, 64, 65, 75, 193, 195	-	-	-	-	R	M	-	-
62	Calcified seaweed see 11, 61, 87, 364	-	-	-	-	R	M	-	-
63	Calcium carbide	55	P	CPA	-	-	-	-	-
64	Calcium carbonate see 61, 87, 137, 138, 237, 408	56	A	F	-	-	-	-	-
65	Calcium carbonate of natural origin see 61, 75, 87, 237	-	-	-	-	-	-	R	FSC
66	Calcium chloride see 147	57	R	CPA	N	-	-	-	-
67	Calcium chloride see 68	58	R	F	N	-	-	-	-
68	Calcium chloride solution see 67	-	-	-	-	-	-	R	FSC
69	Calcium hydroxide	59	R	D	-	-	-	-	-
70	Calcium hydroxide see 209, 233	60	P	F	-	-	-	-	-
71	Calcium lignosulfonate see 230	61	A	CPA	-	-	-	-	-
72	Calcium nitrate	62	P	F	-	-	-	-	-
73	Calcium oxide see 232, 252	63	P	F	-	-	-	-	-
74	Calcium sulfate see 193, 195, 234, 235, 236	64	A	F	-	-	-	R	FSC
75	Calcium, natural sources see 61, 65, 87, 193, 195	65	A	F	-	-	-	-	-
76	Calcium, synthetically derived	66	A	P	-	-	-	-	-
77	Cannery wastes see 290	67	R	F	-	-	-	-	-
78	Carbamates	68	P	I	-	-	-	-	-
79	Carbon dioxide	69	A	F	N	-	-	-	-
80	Cardboard	70	A	F	-	-	-	-	-
81	Cardboard, fungicide impregnated	71	P	F	-	-	-	-	-
82	Cardboard, waxed	72	R	F	-	-	-	-	-
83	Carriers, allowed see 4	73	A	CPA	-	-	-	-	-
84	Carriers, regulated see 5	74	R	CPA	-	-	-	-	-
85	Carriers, prohibited see 6	75	P	CPA	-	-	-	-	-
86	Carrot oil see 307	76	P	W	-	-	-	-	-

Nº	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		Nº	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
	87 Chalk see 62, 64, 65, 75	-	-	-	-	R/P	M	-	-
	88 Chelates, allowed see 13, 97, 230	77	A	CPA	-	-	-	-	-
	89 Chelates, regulated see 13	78	R	CPA	-	-	-	-	-
	90 Chilean Nitrate see 285, 381	79	U	F	N	-	-	-	-
	91 «Chiquette» meal	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	92 Chitin nematocides see 218, 281	80	A	N	-	-	-	-	-
	93 Chloride of lime/soda see 375	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
	94 Chlorinated hydrocarbons	81	P	I	-	-	-	-	-
	95 Chlorine see 47, 152	82	R	CPA	-	-	-	-	-
	96 Chromatic traps see 435	-	-	-	-	A	PPDC	-	-
	97 Citric acid see 88, 143, 144, 145, 309	83	A	CPA	-	-	-	-	-
	98 Citrus products see 60, 317	84	A	I	-	-	-	-	-
	99 Clay see 38, 136, 347, 367	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	100 Cocoa bean hulls see 290, 324, 340	85	R	F	-	-	-	-	-
	101 Compost tea see 102	86	A	F	-	-	-	-	-
	102 Composts see 101, 103, 104, 105, 106, 251, 259, 263, 277, 365	87	A	F	-	R	OOM	-	-
	103 Composted animal excrements see 87	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	104 Composted bark see 102	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	105 Composted household waste see 35, 102	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	106 Composted mixture of vegetable matter see 39, 102, 227, 277	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	107 Copper hydroxide see 108, 109	88	R	D	S	-	-	R	F
	108 Copper products see 107, 114, 115, 116, 338	89	R	CPA	S	-	-	-	-
	109 Copper products see 56, 107, 112, 113, 114, 115, 116, 125	90	R	D	S	-	-	-	-
	110 Copper products see 112, 116	91	R	I	S	-	-	-	-
	111 Copper products see 116	92	P	W	S	-	-	-	-
	112 Copper salts see 109, 110	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
	113 Copper oxychloride see 109	-	-	-	-	-	-	R	F
	114 Copper sulfate see 56, 108, 109, 115	93	R	D	S	-	-	-	-
	115 Copper sulphate (tribasic) see 108, 109, 114	-	-	-	-	-	-	R	F
	116 Coppers, fixed see 108, 109, 110, 111	94	A	D	S	-	-	-	-
	117 Corn calcium	95	A	F	-	-	-	-	-
	118 Cotton gin trash see 290, 324, 340	96	R	F	-	-	-	-	-
	119 Cottonseed meal see 324, 340	97	R	F	-	-	-	-	-
	120 Creosote see 462	98	P	CPA	-	-	-	-	-
	121 Crop residues see 324, 340	-	-	-	-	R	OM	-	-
	122 Crude potassium salt see 337, 354	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	123 Cryolite, mined sources see 377	99	R	I	-	-	-	-	-
	124 Cryolite, synthetic see 378	100	P	I	S	-	-	-	-
	125 Cuprous oxide see 109	-	-	-	-	-	-	R	F
	126 Cytokinins see 189, 190	101	A	CPA	-	-	-	-	-
	127 Dairy products see 268	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	128 Degelatinized bone meal see 50	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	129 Dejects of insects	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	130 Dejects of worms see 465	-	-	-	-	-	-	R	FSC
	131 Derris root (Rotenone) see 355, 356	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
	132 Deshydrated poultry manure see 250	-	-	-	-	-	-	R	FSC

²In certain Member States, the products market with (*) are not considered as plant protection products and are not subject to the provisions of the plant protection products legislation

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
133	Detergents see 5, 144, 153, 423, 458	102	R	CPA	-	-	-	-	-
134	Diamonium phosphate	-	-	-	-	-	-	R	A ²
135	Diatomaceous earth	103	A	F	-	-	-	-	-
136	Diatomaceous earth see 367	104	A	I	-	R	PPDC	-	-
137	Dolomite, fired see 64, 241	105	P	F	-	-	-	-	-
138	Dolomite, mined see 64, 241, 242, 269	106	A	F	-	-	-	-	-
139	Dolomite, slaked see 241	107	P	F	-	-	-	-	-
140	Dormant oils see 287, 307, 403, 405	108	A	D	-	-	-	-	-
141	Dormant oils see 288, 307, 404, 406	109	A	I	-	-	-	-	-
142	Dried farmyard manure see 157, 252	-	-	-	-	-	-	R	FSC
143	Drip irrigation cleaners, allowed see 1, 47, 97, 210, 448110	A	CPA	-	-	-	-	-	-
144	Drip irrigation cleaners, regulated see 47, 97, 133, 210	111	R	CPA	-	-	-	-	-
145	Drip irrigation cleaner, prohibited see 47, 97, 210	112	P	CPA	-	-	-	-	-
146	Dust suppressants, allowed see 230, 453	113	A	CPA	-	-	-	-	-
147	Dust suppressants, regulated see 66, 230, 243	114	R	CPA	-	-	-	-	-
148	Dust suppressants, prohibited see 230	115	P	CPA	-	-	-	-	-
149	Elemental sulphur see 412	-	-	-	-	-	-	R	FSC
150	Enzymes	116	A	F	-	-	-	-	-
151	Epsom salts see 247, 248	117	A	F	S	-	-	-	-
152	Equipment cleaners for farm implements, allowed see 1, 97, 211, 369, 453	118	A	CPA	S	-	-	-	-
153	Equipment cleaners for farm implements, regulated see 47, 133	119	R	CPA	-	-	-	-	-
154	Equipment cleaners for farm implements, prohibited see 308	120	P	CPA	-	-	-	-	-
155	Ethylene	-	-	-	-	-	-	R	D ³
156	Extract (aqueous solution) from <i>Nicotiana tabacum</i> see 285, 428	-	-	-	-	-	-	R	I
157	Farm yard manure see 142, 254	-	-	-	-	R	OM	R	FSC
158	Fatty acid potassium salt (soft soap) see 373, 385	-	-	-	-	-	-	A	I
159	Feather meal see 17122	A	F	-	R	OOM	R	FSC	-
160	Feldspar see 269	123	A	F	-	-	-	-	-
161	Fertilizers, blended, allowed see 214	124	A	F	-	-	-	-	-
162	Fertilizers, blended, regulated see 215	125	R	F	-	-	-	-	-
163	Fertilizers, blended, prohibited see 215	126	P	F	-	-	-	-	-
164	Fiber row covers see 327	127	A	CPA	-	-	-	-	-
165	Fish see 17, 170	-	-	-	-	R	OOM	-	-
166	Fish emulsion see 17, 170	128	A	F	S	-	-	-	-
167	Fish hydrolysate see 17, 170	129	A	F	S	-	-	-	-
168	Fish meal see 17, 170	130	A	F	-	-	-	R	FSC
169	Fish powders see 17, 170	131	A	F	-	-	-	-	-
170	Fish products see 17, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 362	132	A	F	S	R	OOM	-	-
171	Fish solubles see 17, 170	133	A	F	S	-	-	-	-

³In certain Member States, the products market with (*) are not considered as plant protection products and are not subject to the provisions of the plant protection products legislation.

N° Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
	N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
172 Foliar sprays, allowed	134	A	F	-	-	-	-	-
173 Foliar sprays, regulated	135	R	F	-	-	-	-	-
174 Foliar sprays, prohibited	136	P	F	-	-	-	-	-
175 Formaldehyde	137	P	CPA	-	-	-	-	-
176 Fungal preparation see 266	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
177 Fungicides, synthetic see 303	138	P	D	-	-	-	-	-
178 Fur see 17	-	-	-	-	-	-	R	FSC
179 Garlic see 325	139	A	I	-	-	-	-	-
180 Gelatine see	17	-	-	-	-	A	PPDC	AI
181 Genetically engineered organisms	140	P	CPA	-	P	-	P	-
182 Genetically engineered organisms	141	P	D	-	-	-	-	-
183 Genetically engineered organisms	142	P	F	-	-	-	-	-
184 Genetically engineered organisms	143	P	I	-	-	-	-	-
185 Gibberellic acid see 189	144	A	CPA	N	-	-	-	-
186 Granite dust see 269	145	A	F	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
187 Green manures see 252, 324	-	-	-	-	R	OM	-	-
188 Greensand see 269	146	A	F	-	-	-	-	-
189 Growth regulators for plants, allowed see 126, 185, 203	147	A	CPA	S	-	-	-	-
190 Growth regulators for plants, prohibited see 126	148	P	CPA	-	-	-	-	-
191 Guano see 192, 252	-	-	-	-	R	OOM	R	FSC
192 Guano, bat or bird see 191, 252	149	A	F	-	-	-	-	-
193 Gypsum by-product (mined source) see 61, 74, 75, 195, 234, 236, 269	150	A	F	N	-	-	-	-
194 Gypsum by-product see 195	151	P	F	S	-	-	-	-
195 Gypsum 61, 74, 75, 193, 194, 234, 236	152	A	F	-	R/P	M	-	-
196 Hair see 17, 197	-	-	-	-	-	-	R	FSC
197 Hair meal see 17, 196	-	-	-	-	-	-	R	FSC
198 Herbicides, plant and animal derived see 319, 326, 401, 456	153	R	W	-	-	-	-	-
199 Herbicides, synthetic see 306, 372	154	P	W	-	-	-	-	-
200 Hoof and horn meal see 201, 202	155	A	F	-	-	-	-	-
201 Hoof meal see 200	-	-	-	-	-	-	R	FSC
202 Horn meal see 200	-	-	-	-	-	-	R	FSC
203 Hormones see 189	156	A	CPA	-	-	-	-	-
204 Human excrements see 252	-	-	-	-	R	OOM	-	-
205 Humates see 340, 428, 429	157	A	F	-	-	-	-	-
206 Humic acid derivatives, allowed	158	A	F	S	-	-	-	-
207 Humic acid derivatives, prohibited see 332	159	P	F	-	-	-	-	-
208 Hydrated lime see 56	160	R	D	-	-	-	-	-
209 Hydrated lime see 70, 233	161	P	F	-	-	-	-	-
210 Hydrogen peroxide see 143, 144, 145	162	A	D	S	-	-	-	-
211 Hydrogen peroxide see 152	163	A	F	S	-	-	-	-
212 Hydrolysed protein	-	-	-	-	-	-	R	A ⁴
213 Industrial lime from sugar production see 290, 408	-	-	-	-	-	-	R	FSC
214 Inerts, allowed see 4, 161, 230	164	A	CPA	-	-	-	-	-
215 Inerts, regulated see 5, 162	165	R	CPA	-	-	-	-	-

⁴In certain Member States, the products market with (*) are not considered as plant protection products and are not subject to the provisions of the plant protection products legislation.

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
216	Inerts, prohibited see 6, 163	166	P	CPA	-	-	-	-	-
217	Inoculants see 263	167	A	F	-	-	-	-	-
218	Insect extracts see 92	168	A	I	-	-	-	-	-
219	Ionizing radiation	169	P	D	-	-	-	-	-
220	Ionizing radiation	170	P	I	-	-	-	-	-
221	Kelp extracts see 25, 362	171	A	F	S	-	-	-	-
222	Kelp meal see 362	172	A	F	-	-	-	-	-
223	Kelp, unprocessed see 362	173	A	F	-	-	-	-	-
224	Kieserite see 248, 269	174	A	F	-	-	-	-	-
225	Killed microbial pesticides	175	P	I	S	-	-	-	-
226	Langbeinite see 240, 269, 337, 409	176	A	F	-	-	-	-	-
227	Leaf mold see 106	177	A	F	-	-	-	-	-
228	Leather by-products	178	P	F	S	-	-	-	-
229	Lecithin	-	-	-	-	-	-	A	F
230	Lignin sulfonates see 71, 88, 146, 147, 148, 214	179	A	CPA	S	-	-	-	-
231	Light mineral oils see 287, 288	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
232	Lime, burned see 73, 352	180	P	F	-	-	-	-	-
233	Lime, slaked see 70, 209	181	R	F	-	-	-	-	-
234	Lime sulfur see 74, 193, 195, 236, 411, 414	182	A	D	S	-	-	-	-
235	Lime sulfur see 74, 236, 413, 414	183	R	I	S	-	-	-	-
236	Lime sulfur (calcium polysulphide) 74, 193, 195, 234, 235, 411, 413, 414	-	-	-	-	-	-	R	F, I, AC
237	Limestone see 64, 65, 75	185	A	F	-	R/P	M	-	-
238	Liquid animal excrements 17, 19, 454	-	-	-	-	-	-	R	FSC
239	Lye see 309, 332	186	P	CPA	-	-	-	-	-
240	Magnesium amend. 226, 242, 246	-	-	-	-	R	M	-	-
241	Magnesium and calcium carbonate of natural origin see 137, 138, 139	-	-	-	-	-	-	R	FSC
242	Magnesium carbonate see 138, 240	187	A	F	-	-	-	-	-
243	Magnesium chloride see 147	188	R	CPA	N	-	-	-	-
244	Magnesium chloride	189	R	F	N	-	-	-	-
245	Magnesium oxide	190	P	F	-	-	-	-	-
246	Magnesium rock see 240	-	-	-	-	?	M	-	-
247	Magnesium sulfate (synthetic) see 151, 248	191	A	F	S	-	-	-	-
248	Magnesium sulfate see 151, 224, 247, 269	192	A	F	N	-	-	R	FSC
249	Manure tea see 250, 252	193	R	F	-	-	-	-	-
250	Manure, processed see 132, 249	194	R	F	-	-	-	-	-
251	Manures, composted see 102	195	A	F	-	-	-	-	-
252	Manures, uncomposted (raw) see 142, 157, 187, 191, 192, 204, 249, 365	196	R	F	-	-	-	-	-
253	Meat by-products see 17, 254, 255	197	A	F	-	-	-	-	-
254	Meat meal see 17, 253	198	A	F	-	R	OOM	R	FSC
255	Meat waste see 17, 253	199	A	F	-	-	-	-	-
256	Mechanical traps see 435	-	-	-	-	A	PPDC	-	-
257	Metaldehyde	-	-	-	-	-	-	R	M
258	Methyl bromide	200	P	D	-	-	-	-	-
259	Microbial inoculants, for soiland compost see 102, 262	201	A	F	-	-	-	-	-
260	Microbial inoculants see 263	202	A	D	-	-	-	-	-
261	Microbial inoculants see 264	203	A	I	-	-	-	-	-
262	Microbiological products see 259	204	A	D	-	-	-	-	-

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
263	Microbiological products see 102, 217, 260, 466	205	A	F	-	-	-	-	-
264	Microbiological products see 261	206	A	I	-	-	-	-	-
265	Micronutrients, synthetic see 58, 265, 380, 429	207	R	F	S	-	-	-	-
266	Microorganisms (bacteria, viruses and fungi) see 32, 33, 176, 449, 450	-	-	-	-	-	-	R	BPC
267	Milk see 268	208	A	D	-	-	-	-	-
268	Milk see 127, 267	209	A	F	-	-	-	-	-
269	Mined minerals, unprocessed see 160, 186, 188, 193, 224, 226, 248, 335, 354, 409	210	A	F	-	-	-	-	-
270	Mineral potassium with a low chloride content see 331	-	-	-	-	R	M	-	-
271	Mineral oils see 287, 288	-	-	-	-	-	-	R	I, F
272	Molasses	211	A	F	-	-	-	-	-
273	Moth balls/crystals	212	P	I	-	-	-	-	-
274	Mulches see 292, 327	213	A	F	-	R	OM	-	-
275	Mulches see 328	214	A	W	-	-	-	-	-
276	Muriate of potash see 331	215	U	F	N	-	-	-	-
277	Mushroom compost see 102, 106	216	R	F	-	-	-	-	-
278	Mushroom culture wastes	-	-	-	-	-	-	R	FSC
279	Natural phosphates see 311, 382	-	-	-	-	R	M	-	-
280	Neem extract, powder and seeds see 31, 60, 317	217	R	I	N	-	-	-	-
281	Nematicides, non synthetic see 92, 318, 361	218	A	N	-	-	-	-	-
282	Newspaper mulch see 294	219	A	W	S	-	-	-	-
283	Nicotine see 156, 426	220	P	I	S	-	-	-	-
284	Niter see 333	221	P	F	S	-	-	-	-
285	Nitrate of Soda-Potash, 90, 281, 313	222	P	F	-	-	-	-	-
286	Nursery stock, non organic sources ⁵	223	R	CPA	-	-	-	-	-
287	Oils, petroleum based see 140, 231, 271, 416, 417	224	A	D	S	-	-	-	-
288	Oils, petroleum based see 141, 231, 271, 295, 419, 420	225	A	I	S	-	-	-	-
289	Oils, petroleum based	226	P	W	S	-	-	-	-
290	Organic by-products of the food and textile industries see 77, 100, 118, 213, 398, 399, 408	-	-	-	-	R	OOM	-	-
291	Organo-phosphates	227	P	I	-	-	-	-	-
292	Other mulches see 274, 327	-	-	-	-	R	OM	-	-
293	Oystershell lime see 361, 366	228	A	F	-	-	-	-	-
294	Paper see 282	229	A	W	-	-	-	-	-

⁵OMRI regulates: The need for non organic nursery stock must always be documented to show that there is a lack of organic sources. The following rules on nursery stock have been developed by the National Organic Standards Board: Banana Rhizomes must be organically produced unless the producer can document that organic banana rhizomes are not commercially available. In that case, non-organic rhizomes and/or tissue cultures, (including those treated after harvest with prohibited substances) shall be allowed. If non-organic rhizomes are used, the producer must document efforts to obtain rhizomes that have not received post harvest treatments.

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
295 Paraffin oil see 37, 288	-	-	-	-	-	-	-	A	I, A
296 Peat see 297, 340	-	-	-	-	-	R	OOM	R	FSC
297 Peat moss see 296, 340	230	A	F	-	-	-	-	-	-
298 Pelargonic acid	231	U	CPA	-	-	-	-	-	-
299 Pelargonic acid	232	U	W	-	-	-	-	-	-
300 Pentachlorophenol	233	P	CPA	-	-	-	-	-	-
301 Perlite see 99	234	A	F	-	-	-	-	-	-
302 Permanganate of potash see 334	-	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
303 Pesticides, synthetic see 177	235	P	D	S	-	-	-	-	-
304 Pesticides, synthetic see 78	236	P	I	S	-	-	-	-	-
305 Pesticides, synthetic	-	237	P	N	S	-	-	-	-
306 Pesticides, synthetic see 199	238	P	W	S	-	-	-	-	-
307 Petroleum distillates see 5, 86, 140, 141, 308, 405, 406	239	R	CPA	S	-	-	-	-	-
308 Petroleum solvents, aromatic see 154, 307, 417, 420	240	P	CPA	-	-	-	-	-	-
309 pH buffers see 97, 239, 448	241	A	CPA	-	-	-	-	-	-
310 Pheromones	242	A	I	S	O	PPDC	R	I, A	-
311 Phosphate rock see 36, 279, 382	243	A	F	-	-	-	-	-	-
312 Phosphoric acid, synthetic	244	P	F	-	-	-	-	-	-
313 Piperonyl butoxide see 347, 355	245	P	CPA	S	-	-	-	-	-
314 Plant based repellents, 315, 317, 350	-	-	-	-	A	PPDC	-	-	-
315 Plant extracts see 314	247	A	D	-	-	-	-	-	-
316 Plant extracts see 389	248	A	F	-	-	-	-	-	-
317 Plant extracts see 31, 98, 280, 346, 347, 348, 350, 351, 355, 356, 357, 358, 359, 314	249	A	I	-	-	-	-	-	-
318 Plant extracts see 281	250	A	N	-	-	-	-	-	-
319 Plant extracts see 198	251	A	W	-	-	-	-	-	-
320 Plant oils see 403, 404, 415, 418, 446, 456	-	-	-	-	R	PPDC	A	I, AC, F, SI	-
321 Plant protectants, natural	252	A	CPA	-	-	-	-	-	-
322 Plant protectants, synthetic	253	P	CPA	S	-	-	-	-	-
323 Plants see 315 254	A	D	-	-	-	-	-	-	-
324 Plants see 100, 118, 119, 121, 187, 316, 340, 389	255	A	F	-	-	-	-	-	-
325 Plants see 60, 179, 317	256	A	I	-	-	-	-	-	-
326 Plants see 198, 319	257	A	W	-	-	-	-	-	-
327 Plastics for row covers and solarization see 164, 292	258	R	CPA	S	-	-	-	-	-
328 Plastics mulches see 274, 275	259	R	W	S	-	-	-	-	-
329 Pomaces	260	R	F	-	-	-	-	-	-
330 Potassium alum (kalinite)	-	-	-	-	-	-	R	P ⁶	-
331 Potassium chloride see 270, 276	261	U	F	N	-	-	-	-	-
332 Potassium hydroxide (Lye) see 207, 239	262	P	CPA	-	-	-	-	-	-
333 Potassium nitrate see 284, 285	263	P	F	S	-	-	-	-	-
334 Potassium permanganate see 302	-	-	-	-	-	-	R	F, B	-
335 Potassium sulfate, non synthetic	265	A	F	-	-	-	-	-	-
336 Potassium sulfate, synthetic	265	P	F	S	-	-	-	-	-

⁶In certain Member States, the products market with (*) are not considered as plant protection products and are not subject to the provisions of the plant protection products legislation

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Nor	Status	Class	Status	Class
337	Potassium sulfate containing magnesium salt see 122, 226, 409	-	-	-	-	-	-	R	FSC
338	Pressure treated lumber, regulated see 58, 108, 462	266	R	CPA	S	-	-	-	-
339	Pressure treated lumber, prohibited see 26, 59, 462	267	P	CPA	S	-	-	-	-
340	Products and by-products of plant origin for fertilizers see 10, 100, 118, 119, 121, 205, 296, 297, 324	-	-	-	-	-	-	R	FSC
341	Propolis see 37	-	-	-	-	A	PPDC	-	-
342	Pulverised rock see 354, 400	-	-	-	-	?	M	-	-
343	Pumice see 367	268	A	F	-	-	-	-	-
344	Pyrethroids, Synthetic see 345	269	P	I	-	-	-	-	-
345	Pyrethroids (only deltamethrin or lambda-cyhalothrin) see 344	-	-	-	-	-	-	R	I
346	Pyrethrins extracted from <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> see 60, 317	-	-	-	-	-	A	I	-
347	Pyrethrum see 60, 313, 317, 348	270	R	I	N	-	-	-	-
348	<i>Pyrethrum cinerifolium</i> 60, 313, 347	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
349	Quartz sand	-	-	-	-	-	-	A	R ⁷
350	Quassia extracted from <i>Quassia amara</i> see 60, 314, 317, 351	-	-	-	-	-	-	A	I, R
351	Quassia amara see 60, 317, 350	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
352	Quick lime see 73, 232	271	P	F	-	R	PPDC	-	-
353	Release of predators, parasites, of insect pests	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
354	Rock dusts, unprocessed see 122, 269, 342	273	A	F	-	-	-	-	-
355	Rotenone see 60, 131, 313, 317, 356	275	R	I	N	-	-	-	-
356	Rotenone extracted from <i>Derris spp.</i> , <i>Lonchocarpus spp.</i> and <i>Terphrosia spp.</i> see 60, 131, 317, 355	-	-	-	-	-	-	R	I
357	Ryania see 60, 317, 358	276	R	I	N	-	-	-	-
358	Ryania speciosa see 60, 317, 357	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
359	Sabadilla see 60, 317	277	R	I	N	-	-	-	-
360	Sawdust see 461, 463	-	-	-	-	R	OOM	R	FSC
361	Sea animal wastes see 281, 293, 366	278	A	N	N	-	-	-	-
362	Sea creatures see 11, 25, 170, 221, 222, 223, 363, 364	279	A	F	-	-	-	-	-
363	Seaweed see 11, 25, 221, 222, 223, 362, 364	-	-	-	-	R	OOM	R	FSC
364	Seaweed products see 11, 25, 62, 221, 222, 223, 362, 363	-	-	-	-	R	OOM	R	FSC
365	Sewage sludge see 46, 102, 252	280	P	F	S	R	OOM	-	-
366	Shells from aquatic animals see 293, 361	281	A	F	-	-	-	-	-
367	Silicates see 38, 99, 136, 343	-	-	-	-	A	PPDC	-	-
368	Slurry	-	-	-	-	R	OM	-	-
369	Soaps see 4, 152, 422, 454, 457	282	A	CPA	S	-	-	-	-
370	Soaps see 383	283	A	D	S	-	-	-	-
371	Soaps see 158, 383	284	A	I	S	-	-	-	-
372	Soaps see 199	285	A/R	W	S	-	-	-	-
373	Sodium bicarbonate	286	A	D	N	-	-	-	-
374	Sodium chlorate	287	P	F	S	-	-	-	-
375	Sodium chloride	288	R	CPA	N	-	-	R	FSC
376	Sodium chloride	289	P	W	N	-	-	-	-

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
377 Sodium fluoaluminate, mined see 123	290	R	I	N	-	-	-	-	-
378 Sodium fluoaluminate, reacted see 124	291	P	I	S	-	-	-	-	-
379 Sodium hydroxide	292	P	I	-	-	-	-	-	-
380 Sodium molybdate see 265	293	R	F	-	-	-	-	-	-
381 Sodium nitrate (Chilean nitrate) see 90, 285	294	U	F	N	-	-	-	-	-
382 Soft ground rock phosphate, 279, 311	-	-	-	-	-	-	R	FSC	-
383 Soft soap see 158, 370, 371	-	-	-	-	A	PPDC	-	-	-
384 Soil fumigants, natural	295	U	D	-	-	-	-	-	-
385 Soil fumigants, synthetic	296	P	D	-	-	-	-	-	-
386 Solvents, allowed see 4	297	A	CPA	-	-	-	-	-	-
387 Solvents, regulated see 5	298	R	CPA	-	-	-	-	-	-
388 Solvents, prohibited see 6	299	P	CPA	-	-	-	-	-	-
389 Soybean meal see 316, 324	300	A	F	-	-	-	-	-	-
390 Spray adjuvants, allowed see 4	301	A	CPA	-	-	-	-	-	-
391 Spray adjuvants, regulated see 5	302	R	CPA	-	-	-	-	-	-
392 Spray adjuvants, prohibited see 6	303	P	CPA	-	-	-	-	-	-
393 Spreader-stickers, allowed see 4	304	A	CPA	-	-	-	-	-	-
394 Spreader-stickers, regulated see 5	305	R	CPA	-	-	-	-	-	-
395 Spreader-stickers, prohibited see 6	306	P	CPA	-	-	-	-	-	-
396 Sterilised insects -	-	-	-	R	PPDC	-	-	-	-
397 Sticky traps and barriers see 435	307	A	I	S	-	-	-	-	-
398 Stillage see 290	-	-	-	-	-	-	R	FSC	-
399 Stillage extract see 290	-	-	-	-	-	-	R	FSC	-
400 Stone meal see 342 -	-	-	-	-	-	A	FSC	-	-
401 Straw see 198	308	A	W	-	R	OM/OOM	-	-	-
402 Streptomycin sulfate see 21, 24	309	R	D	S	-	-	-	-	-
403 Suffocating oils, allowed see 140, 320, 446	311	A	D	-	-	-	-	-	-
404 Suffocating oils, allowed see 141, 320, 446	312	A	I	-	-	-	-	-	-
405 Suffocating oils, regulated, 140, 307	313	R	D	-	-	-	-	-	-
406 Suffocating oils, regulated, 141, 307	314	R	I	-	-	-	-	-	-
407 Sugar	315	A	F	-	-	-	-	-	-
408 Sugar lime see 64, 213, 290	316	A	F	-	-	-	-	-	-
409 Sulfate of potash magnesia see 226, 269, 337	317	A	F	-	-	-	-	-	-
410 Sulfates of zinc or iron	318	R	F	-	-	-	-	-	-
411 Sulfur see 234, 236, 414	320	A	D	S	-	-	-	-	-
412 Sulfur see 149	321	R	F	S	-	-	-	-	-
413 Sulfur see 235, 236, 414	322	A	I	S	-	-	-	-	-
414 Sulphur see 234, 235, 236, 411, 413	-	-	-	-	R	PPDC	A	F, A, R	-
415 Summer oils, allowed see 320, 446	324	A	D	-	-	-	-	-	-
416 Summer oils, regulated see 287	325	R	D	-	-	-	-	-	-
417 Summer oils, prohibited see 287, 308	326	P	D	-	-	-	-	-	-
418 Summer oils, allowed see 320, 446	327	A	I	-	-	-	-	-	-
419 Summer oils, regulated see 288	328	R	I	-	-	-	-	-	-
420 Summer oils, prohibited see 288, 308	329	P	I	-	-	-	-	-	-
421 Super phosphate 330	P	F	-	-	-	-	-	-	-
422 Surfactants, allowed see 4, 369	331	A	CPA	-	-	-	-	-	-
423 Surfactants, regulated see 5, 133	332	R	CPA	-	-	-	-	-	-
424 Surfactants, prohibited see 6	333	P	CPA	-	-	-	-	-	-
425 Terramycin see 22, 24	334	R	D	S	-	-	-	-	-
426 Tobacco Dust see 156, 283	335	P	I	N	-	-	-	-	-
427 Tobacco Tea -	-	-	-	R	PPDC	-	-	-	-
428 Trace elements see 205, 265, 336, 429	-	-	-	-	R	M	R	FSC	-

N°	Name of Material	OMRI				IFOAM		EU	
		N°	Status	Class	Syn/Non	Status	Class	Status	Class
429	Trace minerals, natural, 205, 265, 428	336	A	F	-	-	-	-	-
430	Transpiration blockers, synthetic	337	P	CPA	S	-	-	-	-
431	Transplant media, allowed	338	A	CPA	-	-	-	-	-
432	Transplant media, regulated	339	R	CPA	-	-	-	-	-
433	Transplant media, prohibited	340	P	CPA	-	-	-	-	-
434	Transplants (ann.), not grown organic	341	P	CPA	-	-	-	-	-
435	Traps see 96, 256, 397	342	A	I	-	-	-	-	-
436	Treated seed, non-synthetic pelletization	344	A	CPA	-	-	-	-	-
437	Treated seed, synthetic pelletization	345	P	CPA	-	-	-	-	-
438	Treated seed, biological control agents	346	A	D	-	-	-	-	-
439	Treated seed, synthetic fungicides	347	R	D	-	-	-	-	-
440	Treated seed, insecticides	348	P	I	-	-	-	-	-
441	Tree seals see 462	349	A	CPA	-	-	-	-	-
442	Triple phosphate	350	P	F	-	-	-	-	-
443	Urban composts	-	-	-	-	R	OOM	-	-
444	Urea	351	P	F	-	-	-	-	-
445	Urine see 17, 19, 238	-	-	-	-	R	OM	-	-
446	Vegetable oils see 320, 403, 404, 415, 418, 456	352	A	CPA	-	-	-	-	-
447	Vermiculite see 99	353	A	F	-	-	-	-	-
448	Vinegar see 143, 309	354	A	D	-	-	-	-	-
449	Viral preparation see 266, 450	-	-	-	-	R	PPDC	-	-
450	Virus sprays see 266, 449	355	A	I	-	-	-	-	-
451	Vitamins, allowed see 28	357	A	F	S	-	-	-	-
452	Vitamins, synthetic	358	P	F	S	-	-	-	-
453	Water see 146, 152	359	A	CPA	-	-	-	-	-
454	Water softeners see 369	360	R	CPA	-	-	-	-	-
455	Water, Reclaimed	361	R	CPA	-	-	-	-	-
456	Weed oils see 198, 320, 446	362	R	W	-	-	-	-	-
457	Wetting agents, allowed see 4, 369	363	A	CPA	-	-	-	-	-
458	Wetting agents, regulated see 5, 133	364	R	CPA	-	-	-	-	-
459	Wetting agents, prohibited see 6	365	P	CPA	-	-	-	-	-
460	Wood ash see 29	366	R	F	-	R	M	R	FSC
461	Wood chip see 35, 360, 463	-	-	-	-	-	-	R	FSC
462	Wood, treated see 120, 338, 339, 441	367	R	CPA	-	-	-	-	-
463	Woodshaving see 360, 461	-	-	-	-	R	OOM	-	-
464	Wool see 17	-	-	-	-	-	-	R	FSC
465	Worm castings see 130	368	A	F	-	-	-	-	-
466	Yeast see 263	369	A	F	-	-	-	-	-

Referencias

IFOAM, 1996. Basic Standards for Organic Agriculture and Processing and Guidelines for Coffee, Cocoa and Tea, Evaluation of Inputs. Decided by the IFOAM General Assembly at Copenhagen/Denmark, August 1996.

OMRI, 1998. Generic and Brand Name Products Lists. OMRI/Organic Materials Review Institute.

UE, September 1997, Maff consolidated version of norm CEE 2092/91. Not be regarded as definitive legal text.

Introducción de nuevos bananos al mercado canadiense: la experiencia del CIID con las variedades de FHIA

Eric Sauvé¹ y William Edwarson¹

Introducción

Este documento elabora una revisión del trabajo apoyado por FoodLinks Initiative² sobre los canales sostenibles desde la producción hasta el consumo. Desde inicios de la década de 1970 el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo -CIID- ha contribuido a proyectos sobre desarrollo sostenible de banano y plátano, reconociendo su trascendencia en la seguridad alimentaria y en torno a las amenazas motivadas por enfermedades de estos alimentos cruciales, así como la importancia de ingreso que el cultivo representa para millones de pequeños agricultores en todo el mundo.

Desde 1985 el CIID ha patrocinado proyectos de investigación en Honduras, encaminados al mejoramiento de la resistencia natural a la Sigatoka Negra tanto en bananos como plátanos de pequeños y medianos agricultores, para consumo local y, o, exportación. En 1995, tras 10 años de investigación, se entregó a los agricultores del mundo dos variedades de banano para postre, apropiadas para subsistencia local y posibles mercados de exportación. Tales variedades, desarrolladas en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola -FHIA-, se convirtieron en el foco del trabajo aquí expuesto.

En 1995, basados en las experiencias anteriores del CIID con plátanos y bananos, FoodLinks Initiative laboró para llevar al mercado norteamericano las variedades FHIA-01 (“Goldfinger” o “Dedo de oro”) y FHIA-02 (“Mona Lisa”).

Este proyecto es poco convencional dentro del contexto de CIID, ya que por su orientación al agronegocio de exportación se aplica hacia temas

¹Foodlinks Initiative, IDRC, Ottawa, Canada

²Iniciativa FoodLinks (Cadena de Alimentos). (Nota del Traductor)

fundamentales de importancia para los países meridionales. A pesar de que el comercio de exportación de bananos representa sólo el 10% del consumo mundial total de bananos, sus impactos sociales, ambientales y económicos muestran una clara necesidad de implementar prácticas más sostenibles, porque la fumigación con químicos para controlar la Sigatoka negra han incrementado sustancialmente con implicaciones severas. Es hacia esta necesidad que el proyecto *Trayendo bananos nuevos al mercado canadiense* del FoodLinks de CIID se dirige.

La investigación y las pruebas de mercado de esas variedades constituyen el mecanismo enfocado a aumentar el incentivo a los productores para ingresar en una producción de banano más sostenible. Estos esfuerzos, el último de ellos finalizado en Mayo de 1998, están delineados en este informe, que propone proveer la información más actualizada sobre las variedades “Goldfinger” y “Mona Lisa” en los mercados canadienses.

El informe comprende tres secciones principales. La primera provee el entorno general para el actual proyecto, detallando proyectos pasados de bananos y plátanos del CIID que fueron el fundamento hasta llegar a las primeras pruebas de mercado de la variedad “Mona Lisa”. La segunda describe las primeras pruebas, resaltando el trabajo investigativo y publicitario, tanto como los nuevos resultados recolectados en postcosecha. Finalmente, la tercera sección suministra los resultados técnicos (postcosecha y mercadeo) de la segunda y la prueba final.

Entorno del proyecto

Definiendo el entorno del banano

FoodLinks Initiative resuelve la apremiante necesidad de encontrar perspectivas innovativas para el desarrollo sostenible: enlaza empresas privadas del Norte con grupos de productores en países en desarrollo sobre investigación orientada hacia los mercados y en sociedades mercantiles. FoodLinks Initiative aspira a incrementar los retornos a la comunidad, abordando puntos claves que restringen a los pequeños productores y procesadores en los países en desarrollo en su objetivo de realizar actividades más rentables, de mayor valor agregado (FoodLinks, 1997a).

Los bananos y los plátanos son algunos de los cultivos más importantes para los agricultores de pequeña, mediana y gran escala. En términos generales, el 90% de los bananos producidos son sembrados por terratenientes de pequeña escala, con agriculturas de subsistencia, y son consumidos localmente (CIID, 1998a), mientras que el 10% restante forma el comercio de exportación internacional de bananos. Para el minifundista, los bananos y los plátanos proveen una seguridad alimentaria, así como un importante cultivo básico, a la vez que otorgan un potencial de ingresos a través de los mercados locales.

Se puede usar en sistemas de mezcla o alternabilidad de cultivos y son plenamente utilizados en preparación de alimentos y cría de animales. El otro 10% de la producción mundial de banano es, en sus enormes volúmenes, es “el cuarto más importante artículo de consumo, y como fruta ocupa el primer lugar” (Frison *op. cit.* 1997).

Para las naciones productoras, las que se encuentran mayormente en el tercer mundo, los bananos representan una fuente de empleo y de moneda extranjera. Por ejemplo, en 1980 el empleo total en los seis países más importantes en producción bananera de Latinoamérica alcanzó a 374 400 personas (Córdova, 1992). En estos mismos países el banano fue responsable de hasta el 32% del valor total de las exportaciones globales. En sus países de destino, los bananos de exportación son asimismo un alimento importante, representando el artículo de más alto volumen en los departamentos de provisiones de la mayoría de los supermercados. Con los recientes eventos en China y la antigua URSS los volúmenes de comercio siguen creciendo, alcanzando en 1996 niveles sin precedentes hasta de 11.5 millones de toneladas (FAO, 1998).

Dada la importancia de los bananos y plátanos para la seguridad alimentaria e ingreso en países en desarrollo, CIID ha efectuado inversiones en más de 30 proyectos desde 1971 para mejorar la producción y las capacidades de manejo, especialmente a niveles de subsistencia y de pequeña producción (Apéndice 1).

Históricamente los proyectos de CIID dentro de esta rama han sido multidisciplinarios, haciendo uso extensivo de los análisis cruzados desde las perspectivas de las ciencias agronómicas, la economía y las ciencias sociales. Las áreas de trabajo y de estudio han incluido: política medioambiental, desarrollo económico y rural, estudios de mercado y planes de negocios, información para el desarrollo, construcción de redes de información, diseminación de la información, sistemas de producción de los cultivos, y finalmente, sistemas de postproducción relacionados tanto con la vida de estante como del procesamiento.

Particularmente, CIID ha invertido en el desarrollo de mejores variedades de banano y plátano que podrían solventar los problemas causados por las enfermedades del banano, principalmente la Sigatoka negra. Este hongo ataca el tejido de las hojas y reduce la capacidad productiva, los rendimientos y la vida postcosecha de la fruta; si no se le trata puede destruir plantas enteras. Para el agricultor en pequeña escala, sin los recursos para invertir en protección de la planta, se puede perder una fuente de alimentación y de ingreso valiosa. Para la industria de exportación ello significa una dependencia socialmente costosa, tanto medioambiental como financieramente.

La industria del banano de exportación es notoria por su dependencia de una base genética de producción extremadamente pequeña. La variedad “Cavendish” es actualmente la única ampliamente disponible para mercados de exportación.

Desafortunadamente, esta variedad también es extremada e incrementalmente susceptible a la Sigatoka negra y otras enfermedades importantes que afectan a los cultivos de banano. Debido a esta susceptibilidad, el “Cavendish” necesita repetidos tratamientos con fungicidas. Desde una perspectiva de medio ambiente, las consecuencias de dichos tratamientos son bien conocidas –se ha suministrado una bibliografía de estudios que resaltan los efectos de estos tratamientos (Apéndice 2), junto a un cuadro de efectos tóxicos y ecológicos de los químicos usados específicamente contra la Sigatoka negra (Apéndice 3).

Desde la perspectiva de la política econométrica, la tecnología usada en el control de Sigatoka negra favorece al productor más grande, teniendo un efecto racionalizador en la industria desde el punto de vista de producción (Sauvé, 1998a). Finalmente, el control de la enfermedad es una pesada carga financiera tanto a nivel de finca como de país. A nivel de finca, el creciente costo de los insumos por fungicidas reduce las utilidades mediante el incremento en el costo de producción.

“Por ejemplo, en Honduras en 1984, el control de la Sigatoka negra representaba aproximadamente el 26% del costo de producir una caja de bananos” (Johanson, 1996). A nivel de todo el país, los gastos en fungicidas para la Sigatoka negra desde 1980 hasta 1992 en países pertenecientes a la Unión de Países Exportadores de Banano –UPEB– se estimó que aumentaron en 45% de 72 millones de US\$ dólares a 127 millones US\$ (Cordova, 1992). A fin de cuentas, es la susceptibilidad de la variedad “Cavendish” lo que puede ser parcialmente responsable por esta situación y, por ende, se puede ver como parte de la solución el cambiar a variedades más resistentes a las enfermedades.

Partiendo de una variedad nueva resistente a enfermedades

En 1960, y como respuesta al problema de susceptibilidad del banano “Gros Michel” de exportación a la enfermedad llamada “Mal de Panamá”, United Fruit Company comenzó una iniciativa de investigación para encontrar bananos resistentes a las enfermedades alternas (INIBAP, 1994). Sus esfuerzos continuaron hasta 1984, cuando la iniciativa fue transferida a la FHIA. Para esa época “Cavendish” estaba sólidamente colocado como la variedad preeminente de banano de exportación y, a pesar de que la Sigatoka negra y otras enfermedades importantes ya estaban presentes, los fungicidas y otros plaguicidas parecían efectivos en su tratamiento.

En 1985 el CIID empezó a apoyar un proyecto multifacético de FHIA, el que sentaría los fundamentos para el trabajo futuro en bananos en la iniciativa FoodLinks. Desde el inicio se reconoció que “en Honduras, la enfermedad

relativamente nueva de manchas en la hoja, Sigatoka negra, presenta una amenaza seria” (CIID, 1998b). Cada una de las cuatro fases de este proyecto se enfocaba al mejoramiento genético a través de mejoramiento genético tradicional para enfrentar a la Sigatoka negra tanto en bananos como en plátanos (Cuadro N°. 1). Para 1995, en lo que ahora es el complejo de desarrollo genético más antiguo en operación, la FHIA puso en circulación comercial las variedades FHIA-01 (“Goldfinger”) y FHIA-02 (“Mona Lisa”), con la esperanza de que serían adoptados dentro de los mercados de banano convencionales y orgánicos.

Estas variedades muestran una resistencia mucho más alta que el “Cavendish”, que tiene muy poca o ninguna tolerancia a la Sigatoka negra o a otras enfermedades que afectan al banano (Guzman y Romero, 1996). Particularmente en “Mona Lisa”, los resultados han mostrado que, en el plantel de investigación de la Corporación Bananera Nacional –CORBANA–, los métodos de producción orgánica sobrepasan en rendimiento a los métodos convencionales en término de número de manos producidas por racimo, altura y número de hojas (Laprade, 1996; Vernooy, 1996; Rosales, 1997). Estas variedades, y más recientemente la variedad “Mona Lisa”, conforman el foco del trabajo de FoodLinks Initiative.

CIID, FoodLinks y las variedades de FHIA

El objetivo de FoodLinks Initiative es generar y difundir conocimientos, fortalecer la investigación y la capacidad de desarrollo en el campo de la agroindustria alimenticia, así como facilitar la implementación de un rango de estrategias orientadas al mercado en el sector de la agroindustria alimenticia que apoya el desarrollo sostenido (FoodLinks, 1997b).

El trabajo de CIID en la comercialización de las variedades “Goldfinger” y “Mona Lisa” se lleva a cabo en FoodLinks Initiative. El propósito de esta es identificar incentivos (demanda de mercado, socios, objetivos promocionales y creación de interés por parte del consumidor) para la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles en el desarrollo de negocios medio-ambientalmente sólidos. En el caso de *Trayendo Bananos Nuevos al Mercado Canadiense*, el desarrollo de bananos “Goldfinger” y “Mona Lisa” son vistos como tecnologías sostenibles porque son más tolerantes naturalmente a plagas y enfermedades como resultado de su desarrollo genético.

FoodLinks ve el potencial de estas variedades, a través de mecanismos de mercado y enlaces con socios del sector privado, para resolver los crecientes costos medioambientales, sociales y económicos de la Sigatoka negra y de otras enfermedades del banano en el comercio de exportación.

Al invertir en desarrollo de mercados para las variedades de FHIA a través de la investigación y la educación, crea incentivos positivos para motivar la

producción sostenible de bananos. Dentro de la industria de los alimentos «orgánicos», como es el caso del banano, esta producción sostenible puede acarrear también retornos económicos más altos a los agricultores. Dentro del objetivo principal de FoodLinks –implementar “estrategias orientadas hacia el mercado en el sector de la agroindustria alimenticia”– esta desea ayudar a dar el ejemplo de una iniciativa exitosa de desarrollo sostenible de bananos (FoodLinks, 1997b). Se espera que, con éxito, vendrán otros que reconozcan que el mercado y los objetivos del desarrollo sostenible pueden ir de la mano.

Cuadro N°. 1. Objetivos principales de cuatro proyectos del IDRC que apoyan el mejoramiento del banano.

Proyecto/fase	Objetivos principales
Mejoramiento de Plátano/Banano (Honduras) —Fase I, 1985	Mejorar las cualidades agronómicas de diploides resistentes a las enfermedades y desarrollar genéticamente plátanos con resistencia a la Sigatoka negra
Mejoramiento de Plátano/Banano (Honduras) —Fase II, 1989	Proveer apoyo continuado para el trabajo de desarrollo genético en bananos y plátanos, para ayudar a fortalecer los esfuerzos para desarrollar resistencia a la Sigatoka negra.
Mejoramiento de Plátano/Banano (Honduras) —Fase III, 1992	Producir variedades mejoradas de plátanos y bananos para compensar por las restricciones de producción, entre las cuales la enfermedad de la Sigatoka negra es la más importante.
Goldfinger, Bananos de cocción y Plátanos: Pruebas y Diseminación (Uganda y Ghana), 1996	Detener el declive en la producción de plátanos y bananos para consumo local causada por los efectos de la Sigatoka, haciendo accesibles a los agricultores africanos de pequeña y de mediana escala los híbridos mejorados, resistentes a las enfermedades, de alto rendimiento de la FHIA
Inversión Total	1 512 940.00 CAD (dólares canadienses)

Fuente: IDRC (1998)

La investigación y la educación, centrales en los objetivos y el postulado de propósitos de FoodLinks, se necesitan para apoyar tales iniciativas nuevas a fin de que puedan tener un efecto positivo capaz de determinar nuestro futuro.

El proyecto *Trayendo Bananos Nuevos al Mercado Canadiense* se ha enfocado en la variedad “Mona Lisa”, en el mercado de comida orgánica canadiense. El objetivo del proyecto es trabajar con socios del sector privado involucrados en la maduración de alimentos, la venta al mayoreo y al detalle, tanto como con agricultores para probar la viabilidad del “Mona Lisa” a través de toda la cadena, desde producción hasta consumo.

Mediante una serie de pruebas, FoodLinks trataría de determinar las mejores condiciones para el manejo del producto y medir su aceptación por parte del consumidor.

Con resultados positivos se crearía un enlace con el mercado y otros productores se entusiasmarían para producir, usando esta tecnología en un modo sostenible. *Trayendo Bananos Nuevos al Mercado Canadiense* «se dirige directamente a los objetivos de un desarrollo balanceado y sostenible mediante el enlace de la producción ambientalmente sólida, la organización social de agricultores (de pequeña y mediana escala) y el mercadeo de productos orgánicamente certificados (FoodLinks, 1996).

Sin embargo, aun antes de que las primeras pruebas estuviesen listas para empezar, ya se había dado inicio a trabajos importantes que prepararían el terreno. En Septiembre de 1994 el equipo de relaciones públicas de CIID montó una conferencia de prensa para “Goldfinger” en el Centro de Distribución de Alimentos (Ontario Food Terminal), en Toronto. Los reporteros de medios locales y nacionales en radio, prensa y televisión estaban presentes. Representantes tanto de FHIA como de “Amigos de la Tierra” también se encontraban a la mano para ayudar a presentar los resultados del proyecto *Mejoramiento de bananos/plátanos (Honduras)* al público canadiense.

La conferencia de prensa fue éxito resonante, ubicando prominentemente la noticia y resaltando los resultados de las investigaciones de la FHIA. Los bananos Goldfinger fueron probados por compradores de verduras, “chefs” y dueños de tiendas, quienes indicaron su satisfacción con el producto. A pesar de que no había bananos disponibles para la venta en ese momento, el triunfo de la conferencia animó al CIID a explorar cómo traer estos bananos al mercado canadiense.

Partiendo del éxito inicial y del interés generado en el evento publicitario del Centro de Distribución de Alimentos, en Septiembre de 1995 la recién formada FoodLinks Initiative comenzó a trabajar con la Universidad de Guelph para investigar el potencial de comercialización del banano “Goldfinger” fresco o procesado.

Para ese momento “Goldfinger” acababa de ser puesto en circulación con los productores, así que el informe simplemente compiló toda la información existente a la fecha sobre el producto, como eran las características nutritivas, la cosecha y el comportamiento postcosecha. A pesar de que los resultados de una encuesta entre consumidores australianos lucieron positivos, la falta de interés por parte de los distribuidores canadienses y un sabor que se pensó que era un tanto “ácido” para el mercado norteamericano, convenció a FoodLinks a no seguir con la comercialización ulterior de esta variedad particular.

En Septiembre de 1996 FoodLinks distribuyó muestras de “Mona Lisa”, que posee aroma y sabor más distintivos, en la exhibición de la Asociación Canadiense de Productos Naturales –ACPN–, en Toronto. Con el apoyo categórico de la prueba del “Mona Lisa” por los distribuidores canadienses la variedad se volvió el centro del trabajo. En Octubre de 1996 “Mona Lisa” fue presentado en el Montreal World Congress –Congrès Mondiale de la Conservation de la Nature– de la Unión Interacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales³. Una vez más, los medios publicitarios se apresuraron a recoger la noticia y a esperar con anticipación que el producto alcanzara el mercado.

Primeras pruebas

Al calor de los exitosos eventos publicitarios, FoodLinks del CIID se movió a investigar la introducción de “Mona Lisa” al mercado. A principios de 1997 un acuerdo facilitado por FoodLinks entre un productor costarricense de bananos certificados como orgánicos de la variedad “Mona Lisa”, y una de las grandes cadenas de supermercados canadiense, acordaron la distribución de 240 cajas de producto a la semana para cerca de 70 vendedores al detalle en Ontario.

Debido a que intentos previos de comercialización realizados por este productor con “Mona Lisa” mostraron resultados negativos con respecto a la vida de estante durante el embarque, la investigación aplicada sobre la postcosecha era el núcleo del enfoque en estas pruebas iniciales.

Con este propósito se concedió una subvención a la Universidad de Costa Rica (Centro de Investigaciones Agronómicas -Laboratorio de Tecnología Postcosecha) con el objeto de mejorar suficientemente el conocimiento postcosecha del “Mona Lisa” para permitir su embarque, maduración y distribución exitosas en los mercados norteamericanos y europeos.

Este estudio se propuso responder cinco importantes temas de investigación (reportados por Saenz, 1998a):

³International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources –IUCN–

- * Observaciones de comportamiento de maduración de los bananos “Mona Lisa”;
- * Pruebas exploratorias para extender la vida postcosecha del banano “Mona Lisa”;
- * Almacenaje a temperaturas subnormales de banano “Mona Lisa”;
- * Pruebas preliminares sobre la maduración comercial del banano “Mona Lisa”; y
- * Control de látex en los bananos “Mona Lisa”.

Los resultados de esta investigación, los cuales se obtuvieron de información existente y que se completaron con investigaciones originales nuevas, resultaron en un protocolo recomendado (Cuadro N°. 2) derivado de lo hecho por Saenz (1998a).

Basados en este protocolo, las recomendaciones fueron ensayadas en una prueba completa de mercado. Los embarques de 240 cajas por un total de 10 semanas fueron distribuidos a cerca de 70 supermercados en Ontario, por un cadena canadiense mayorista. Esta cadena recientemente había empezado a experimentar con secciones «orgánicas» en algunas de sus tiendas y el banano “Mona Lisa” se ajustaba muy bien al programa. En sus tiendas, los bananos eran el producto «número uno» en volumen, así que los ejecutivos de la compañía estaban muy optimistas del desempeño del “Mona Lisa”. En un papel de apoyo, FoodLinks dio al distribuidor la nueva información técnica de manejo, el apoyo logístico para enlazarse con el productor, tanto como un especialista de la Universidad de Costa Rica para dar seguimiento al producto desde el campo hasta el madurador.

La fruta, proveniente de una pequeña plantación (25-ha) en Costa Rica, fue cosechada y empacada de acuerdo al protocolo (Cuadro N°. 2). Se le transportó en una carga mixta con 720 cajas de “Cavendish” empacadas inicialmente de acuerdo al protocolo, y después, como a mediados de la prueba, en un forro estándar (para el mercado norteamericano) de polietileno. No se notó ningún efecto. De acuerdo a las observaciones hechas a la llegada por personal de la compañía, el producto arribó verde con una calidad satisfactoria. La calidad en general a la llegada del primer embarque de la fruta, mostró (Saenz, 1998a): 25% del producto con «algún grado de problemas de látex —o una película transparente en algunas áreas, o áreas de látex café-negruczas que se depositaron después del empaque»; 20% de la fruta con algún grado de daño físico; y 12-15% de la fruta mostrando problemas que normalmente se asocian con insectos.

Este nivel de calidad, a pesar de que ciertamente deja espacio para mejoramiento, fue relativamente bien recibido entre los Mayoristas, quienes lo compararon a otros bananos orgánicos.

A pesar de que algunos aspectos de calidad relativos a magullamiento, látex y daño por insectos eran importantes, se podían resolver en el sitio de producción. Estas pruebas, que se basan en trabajos de investigación preliminares, marcaron la primera prueba exitosa de mercado que resolvía los problemas del etileno y el almacenaje previo a la maduración. Siendo replicada la prueba en 10 embarques, el “Mona Lisa” llegó verde y en condición aceptable. Al madurar, sin embargo, surgieron problemas. Durante la maduración un técnico canadiense notó que la fruta tenía una consistencia “masosa” en su pulpa (Saenz, 1998a) y, a través de las pruebas, los detallistas indicaron que la fruta estaba llegando constantemente pasada de madurez a las tiendas (Sauvé, 1998b).

Como se había indicado en los experimentos previos, ambas características (pulpa pegajosa y vida de estante reducida. Ver: Pruebas preliminares en la maduración comercial de los bananos “Mona Lisa”) resultan de una combinación de temperaturas y dosis más altas de etileno durante la maduración. Desafortunadamente, con los volúmenes comparativamente pequeños de “Mona Lisa” que se manejaban (240 cajas a la semana en una operación con una rotación de hasta 30 contenedores a la semana), los costos de oportunidad para que los técnicos del distribuidor canadiense pasaran su tiempo aprendiendo acerca del “Mona Lisa” y más importante, el dedicar un cuarto de maduración completo para madurarlos separadamente resultó en el “Mona Lisa” siendo madurado junto a bananos “Cavendish” a altas concentraciones de etileno.

Mandando a las tiendas producto sobremadurado continuamente y unido a la falta de información del distribuidor/madurador, la situación, aún con todo el apoyo técnico ofrecido por FoodLinks, no pudo ser rectificada totalmente y, por ende, grandes cantidades del producto fueron desechadas. Después de 10 embarques las pruebas fueron descontinuadas. Estaba claro que este banano era significativamente distinto en maduración al “Cavendish” y que requeriría pruebas más controladas para una adherencia adecuada al protocolo para asegurar fruta madura apta para la distribución y comercialización.

Estos logros significativos provenientes de estas pruebas iniciales incluyen:

- * El protocolo del manejo postcosecha para el banano “Mona Lisa” fue adicionalmente definido en términos del protocolo de embarque en contenedor tanto como de los estándares de cosecha/selección a nivel de finca para asegurar una mejor calidad, y
- * La primera implementación exitosa de un protocolo de embarque en la vida verde del banano “Mona Lisa” en Norteamérica, lo que resultó en 10 embarques exitosos de bananos verdes a maduradores en Norteamérica.

Cuadro N°. 2. Protocolo recomendado para la cosecha y postcosecha de banano

<p>Cosecha</p> <p>Los racimos son cosechados después de 12-13 semanas de estar colgando, o sea después de que la flor ha emergido y se ha doblado. A esta edad la fruta está apropiadamente madura, bien formada de acuerdo a su variedad, y capaz de alcanzar la madurez aceptable.</p> <p>La cosecha se hace de acuerdo a métodos convencionales para los bananos, teniendo el cuidado de evitar el daño mecánico.</p>
<p>Remoción de la flor y separación de las manos</p> <p>Las flores se quitan de acuerdo a los métodos convencionales para bananos y la separación de manos también es convencional. Sin embargo, debido a la forma de las manos y la utilidad para prevenir que la pudrición de la corona se propague a los dedos, es importante que suficiente corona (parte del raquis o pinzonte) se deje en la mano.</p> <p>Las manos son colocadas en un tanque de agua con flujo continuo por lo menos durante 15 minutos para remover el látex. En el tanque se usa hipoclorito de Calcio o de Sodio (Cloro) a una concentración de 200 ppm para reducir el riesgo de pudrición de la corona. Las concentraciones del Cloro deben ser revisadas frecuentemente, ya que es inactivado por materias orgánicas como el látex.</p>
<p>Empaque</p> <p>Las manos se empaquen en cajas estándar de exportación de 40 lbs (18 kg), usando un forro interno de polietileno del tipo tubular abierto. El forro abierto permitirá el intercambio de aire y prevendrá la acumulación del látex de tipo gelatinoso en el fondo de la caja. En experimentos preliminares, los forros no perforados de polietileno de alta densidad mostraron una mejor vida verde que los forros perforados o los de baja densidad (Pruebas exploratorias para extender la vida postcosecha del banano "Mona Lisa").</p> <p>Se debe colocar en cada caja cuatro paquetes de siete g cada uno de permanganato de Potasio (PP) en base porosa (sílices, arcillas, etc.). El permanganato potásico oxida el etileno previniendo la maduración en tránsito y protegiendo ambas variedades "Mona Lisa" y "Cavendish" en el caso de embarques mezclados. En experimentos preliminares, el uso de cuatro paquetes de siete g cada uno redujo la tasa de maduración de tal forma que fruta tratada con PP necesitó 24 días para llegar a la Etapa 4 al compararse con fruta de control que requirió únicamente 10 días.</p>
<p>Contenedor de Transporte Marítimo</p> <p>En un embarque mezclado la temperatura debe estar entre los 12.8 y los 14.4 °C, lo cual es seguro para el banano "Cavendish".</p> <p>Experimentos preliminares demostraron que "Mona Lisa" puede aguantar temperaturas más bajas que el "Cavendish" sin mostrar síntoma debido a daño por sobreenfriamiento (Almacenaje de banano "Mona Lisa" a temperaturas por debajo de lo normal).</p> <p>En un embarque mezclado, el "Cavendish" se empaqueta de la forma estándar para esta variedad con la excepción de que se usa un forro bana-vac (bolsa sellada de</p>

polietileno), aislando al banano “Cavendish” del aire externo que pueda estar contaminado con etileno producido por el “Mona Lisa”. Los tratamientos para el látex, pudrición de la corona y otros, son estándar.

En un contenedor lleno de “Mona Lisa” se colocan cilindros de permanganato de Potasio en el ducto de retorno del sistema de refrigeración para remover cualquier etileno que “Mona Lisa” haya producido.

Se debería colocar tres medidores de temperatura Ryan, uno dentro de una caja de “Mona Lisa”, uno dentro de una caja de “Cavendish”, y el tercero para monitorear la temperatura del aire.

Las ventilas deberían estar abiertas en un 50% para permitir el intercambio de aire con el exterior, a menos que la temperatura externa sea tan baja que pueda dañar la fruta.

Llegada de la fruta

A su llegada, la fruta “Mona Lisa” debe ser colocada en un cuarto a 20 °C por lo menos durante 24 horas. Los experimentos preliminares han mostrado que cuando “Mona Lisa” no ha alcanzado la temperatura ambiente (20-24 °C) antes del proceso de maduración, esto ha resultado en maduración desigual y en falta total de maduración.

Maduración de la fruta

Se debería usar concentraciones más bajas que lo normal de etileno, por ejemplo, un cuarto de catalizador en un ciclo de 36 horas. Los otros procedimientos de maduración son estándar.

En experimentos preliminares una temperatura más baja en maduración –como 13.3 °C en lugar de 15.5 °C– mostró tendencia a producir mejor vida de estante. Para fruta a 13.3 °C, las dosis de etileno han tenido un efecto estadísticamente significativo (con dosis normales de etileno, la fruta mostró tres días de vida-estante, comparado con 4.25 días bajo medias dosis). Dosis normales tuvieron efecto significativo en la calidad, produciendo una pulpa pegajosa. Tanto a 15.5 °C como a 13.3 °C, los sólidos solubles estaban en 20% para medias dosis de etileno, y 17.25% a dosis plenas de etileno en la maduración.

Debido a que estos resultados fueron obtenidos en Costa Rica, donde las condiciones son muy distintas a las de los países de más al Norte, son solamente una referencia.

Después de la maduración

Una vez que se ha dado inicio a la maduración “Mona Lisa” puede alcanzar la Etapa 5 muy rápidamente. En consecuencia, para tener suficiente tiempo para la distribución la fruta puede ser mantenida a 14-15 °C hasta por una semana. Una vez madura y lista para comerse, la fruta “Mona Lisa” tiene un brix de 19-22, y un sabor subácido con un residuo de astringencia al final.

A pesar de que las secciones de cosecha, empaque y transporte marítimo del protocolo recomendado fueron confirmadas, hubo consultas relacionadas con la maduración de la fruta y su distribución, las que quedaron sin confirmar. Un segundo juego de pruebas de la FoodLinks en el banano “Mona Lisa”

se planificó para responder a estas interrogantes y entender más la aceptación del consumidor. Basado en esas pruebas se desarrolló una tabla comparativa que cita las diferencias físicas, de pulpa, calidad, vida de estante y maduración entre “Mona Lisa” y “Cavendish”.

Segundas pruebas

En Mayo de 1998, CIID condujo un embarque de prueba final para responder a las preguntas que surgieron de las primeras pruebas. Los objetivos de este esfuerzo tenían tres propósitos:

- * Probar las mejoras hechas con respecto a la calidad en términos de daño físico (por insectos o mecánico), mancha roja, mancha gris, separación de manos, producción de látex y cuellos débiles;
- * Evaluar la vida de estante a lo largo del proceso de venta al detalle, bajo condiciones controladas de maduración y distribución como se indica en el protocolo recomendado;
- * Investigar la aceptación del consumidor ante el banano “Mona Lisa”.

Metodología

Esta prueba involucró un sólo embarque, monitoreado desde el campo hasta el consumidor, de 96 cajas de “Mona Lisa” a cinco tiendas de la región de Ottawa (Ontario, Canadá). Se distribuiría un *pallet* cada semana y durante dos semanas. Debido a algunos problemas durante el primer embarque, que involucraron el control de calidad a nivel de finca, el monitoreo de la adherencia al protocolo se extendió a profundidad en los detalles a nivel de campo.

A las 6:30 a. m., del martes 12 de Mayo comenzó la cosecha de dos *pallets*, uno de fruta de 12 semanas de edad y otro de 13. Toda la fruta usada a nivel de campo había sido embolsada con polietileno con hoyos de aguja (para controlar insectos) desde la emergencia de la flor, y tratada periódicamente con sulfato de cobre orgánicamente certificado (para evitar mancha roja y eliminar mancha gris). Los racimos fueron llevados a la galera de empaque dentro de los 30 minutos de cosechados, usando hombreras acolchonadas para cargarlos hasta el sistema de cablevía, la que los condujo a la galera de empaque todavía cubiertos en sus bolsas de polietileno (para limitar el daño mecánico).

La remoción de la flor y la selección de manos se hicieron normalmente. La fruta seleccionada para el primer *pallet* se colocó en un tanque de agua de flujo continuo durante 60 minutos, y para el segundo *pallet* durante 25 (para remover el látex). No se notó diferencia alguna entre los dos grupos en términos de látex, el cual estaba virtualmente ausente después de cada tratamiento. No se usó

cloruro de Calcio (Cloro) a solicitud del productor, por razones de certificación. Este tratamiento se utiliza para controlar la mancha gris, la que todavía es un problema, aunque ahora es mucho menos significativo en esta variedad.

Después de otro proceso de selección la fruta fue empacada de acuerdo al protocolo, excepto que el 75% de las cajas tenía sólo 17 kg de fruta en lugar de los 18.9 kg acostumbrados. Esta alteración ocurrió porque la curvatura del “Mona Lisa” era tan severa que el Mayor peso no permitía la colocación apropiada de la cubierta de la caja sin tener mucho contacto con los racimos superiores. Se empacó la mitad de cada *pallet* en una malla de plástico para poder diferenciar el producto y dirigirse a la resolución del problema de caída de dedos. Se siguió todo el resto del protocolo de empaque y embarque.

El embarque arribó a Ottawa el 20 de Mayo a las 10:00 p. m., después de ocho días de viaje con una temperatura, al llegar, de 15.3 °C. No se pudo determinar la temperatura a lo largo del viaje porque fue robado el medidor Ryan.

En Ottawa, a la 1:00 p. m., los *pallets* fueron colocados en un cuarto de maduración no presurizado, preparado para suplir la mitad de las dosis normales de etileno usadas para madurar bananos “Cavendish”. Después de 18 horas el cuarto fue ventilado. Medio *pallet* fue colocado en una habitación más tibia, para demostraciones a consumidores; la otra mitad permaneció en el cuarto a 14.4 °C, esperando su entrega a la Etapa 2 los días 22 y 23 de Mayo, un segundo *pallet* fue almacenado a 13.3 °C para la segunda semana. En la tienda, los días 23 y 24 de Mayo, los detallistas no almacenaron la fruta en el cuarto frío de acuerdo al protocolo, para que se promoviera aún más la maduración.

La fruta del segundo *pallet* que se mantuvo a 13.3 °C fue distribuida el martes 2 de Junio. Las cajas de producto fueron distribuidas a dos supermercados regulares y a tres tiendas de alimentos naturales (Cuadro N°. 3). La recolección de información postcosecha estuvo dirigida por un científico en postcosecha de la Universidad de Costa Rica, y la información al consumidor fue recolectada en el fin de semana del 23 y 24 de Mayo en cada tienda, a través de encuesta.

En el Cuadro N°. 3 se presenta un breve perfil de las tiendas participantes.

Resultados post-cosecha de las segundas pruebas

Los resultados de la prueba (Cuadro N°. 4) alcanzaron exitosamente las metas postcosecha propuestas (Saenz, 1998b). Estas incluyeron:

- * Primero, probar las mejoras hechas con respecto a calidad en términos de daños físicos (por insectos, mecánicos), mancha roja, mancha gris, separación de manos, producción de látex y cuellos débiles, a través de muestreo al azar de cajas a lo largo de la prueba después de llegar al Canadá y a través de evaluaciones de calidad formales (un total de 12).

* Segundo, evaluación de la vida de estante hasta la venta al detalle bajo condiciones controladas de maduración y distribución, como se indica en el protocolo recomendado, mediante monitoreo cercano continuo y documentación, por el especialista, así como una caja de prueba seleccionada al azar que se apartó del *pallet* de la segunda semana y se puso a temperatura ambiente y se monitoreó.

Cuadro N°. 3. Perfil de tiendas participantes

Tipo de tienda	% de sección de vegetales que es orgánica	Está integrado el producto orgánico?	N°. de frutas orgánicas	N°. de vegetales orgánicos
Cadena de tiendas normal 01	Ca 2	no	4	16
Cadena de tiendas normal 02	Ca 2	no	6	13
Tienda de comida naturista 01	100	no	6	25
Tienda de comida naturista 02	Ca 2	si	4	4
Tienda de comida naturista 03	100	no	15	50

^aBasado en medida lineal

Cuadro N°. 4. Resultados postcosecha de las segundas pruebas

Calidad de la fruta

Variable en términos de tamaño –muchas cajas tenían algunas muy pequeñas; la rellenura de la fruta varió en cada caja; el daño físico debido a los insectos y al manejo fueron mínimos. Se encontró muchas con mancha roja ubicada en los puntos de contacto entre los dedos de una misma mano; sin embargo, la frecuencia de la mancha roja se redujo bastante con respecto a las primeras pruebas. La mancha

gris también estaba presente, pero muy reducida; la separación de manos, a pesar de no ser un problema en el Canadá pues las manos deformes se seleccionan para ser extraídas desde la empacadora, representa un problema considerable al crear tasa de rechazo muy alta; además, la separación de los dedos combinada con la curvatura pronunciada requieren de una caja más alta para empaques de fruta al peso estándar de 40 lb (18.1 kg). Las cicatrices del látex no fueron evidentes, indicando que el problema del látex había sido resuelto adecuadamente mediante el tiempo de lavado prolongado. La caída de dedos no fue un problema, con los cuellos de la fruta permaneciendo fuertes hasta la Etapa 7. El uso de redcillas para resolver el problema de caída de dedos no fue necesario. La red usada para alguna fruta mostraba ciertas desventajas –primero, el incremento en daño superficial y, segundo, el contraste de color no era tan atractivo porque hacía que los bananos parecieran más amarillos de lo que estaban en realidad; una ventaja, sin embargo, era que la red ayudaba a diferenciar el producto de los bananos convencionales. La calidad de la fruta en general fue muy buena.

Vida de estante

La vida amarilla y la vida de estante, con la implementación del protocolo apropiado, estaba más cerca a la del banano “Cavendish”. Si se maneja y aplica gas apropiadamente, la fruta bien tiene 4-5 días de vida amarilla.

En general

Las ventas fueron mejores que lo esperado --en una de las tiendas que vende bananos orgánicos los bananos “Mona Lisa” tuvieron precio más bajo que los bananos orgánicos alternativos, así que esto puede haber contribuido a incrementar las ventas; por otra parte, uno de los supermercados grandes vendió casi todos sus bananos “Mona Lisa”.

Prueba de mercado y encuesta

El tercer objetivo de las pruebas –investigar la aceptación del consumidor del banano “Mona Lisa”– se completó mediante la implementación de una encuesta de intercepción de consumidores. Para medir la aceptación del consumidor los entrevistadores fueron colocados en cada una de las cinco tiendas participantes, recopilando información a la vez que ofreciendo muestras gratuitas. El instrumento de encuesta requería alrededor de tres a cuatro minutos del tiempo del consumidor y fue diseñado para incrementar la recolección de información.

Resultado de la encuesta

Los resultados siguientes de la encuesta representan indicadores de aceptación del consumidor al banano “Mona Lisa”, basado en varias características del producto. Los resultados a un nivel agregado hacen contraste entre los consumidores de supermercados normales con aquellos de tiendas naturistas o de alimentos saludable de menor tamaño. El Cuadro N°. 5 compendia algunos comportamientos importantes y características emanadas de este análisis (elaborado por Gussman, 1998).

Cuadro N°. 5. Resumen de los resultados de las entrevistas con los clientes en la tienda

- * El ser “certificado orgánico” fue considerado como fortaleza del producto por casi todos los participantes.
- * La mayoría disfrutó el sabor del producto; de aquellos que dijeron que en sus futuras compras era definitivo o muy probable que compraran bananos “Mona Lisa”, muchos (78%) indicaron que el sabor era una fortaleza.
- * A pesar de que el “tamaño” se vio como fortaleza relativa por el mayor número de encuestados, también fue considerado debilidad por los grupos más grandes.
- * Sólo un poco más de la mitad de los encuestados estaba dispuesto a pagar hasta 0.99 CAD/lb (2.18 CAD/kg).
- * Cuando se preguntó cuál característica es la debilidad más grande percibida, el 68% proveniente de las tiendas convencionales y el 64% de tiendas alternativas indicaron que era el precio; de aquellos que establecieron que el precio era la mayor debilidad, el 18% dijo que definitivamente comprarían el producto la próxima vez y 11% dijeron que era altamente probable; de aquellos en la encuesta que han comprado bananos orgánicos en los seis meses anteriores y aquellos que dijeron que definitivamente comprarían el producto la próxima vez o dijeron que era altamente probable que comprarían banano “Mona Lisa” en sus compras futuras, todos los grupos mostraron menos sensibilidad al precio y tendieron a estar ubicados en tiendas de alimentos naturales o tiendas de alimentos saludables.
- * Los índices de conocimiento de los bananos orgánicos revelan que proporciones mucho mayores de aquellos en las tiendas alternativas habían oído de (53.4%), visto (55.8%) y comprado (37.4%) bananos orgánicos que los compradores entrevistados en las dos tiendas convencionales.
- * Las razones medioambientalistas llaman la atención a la base de consumidores más grande –más del 90% del total.
- * Atributos relacionados al producto, tales como “más lento de ennegrecer al pelarse” y “de cáscara gruesa” llamó la atención a proporción similar -y grande- de consumidores. Según el doble de compradores en tiendas convencionales, estas dos características eran la “fortaleza más grandes” del producto.
- * El nombre “Mona Lisa” fue considerado una fortaleza sólo por un modesto número (apenas arriba del 25% de ambas muestras).
- * La política de compras o las razones políticas para la compra del producto tendieron a ser una fortaleza para más consumidores en las tiendas alternativas. De las dos, “ayuda a los pequeños agricultores” fue considerada como una fortaleza relativa por alrededor del 80% de los encuestados. La mención del apoyo en la investigación por parte del gobierno canadiense, por otro lado, se apuntó como la debilidad individual más grande del producto por el 37% de los consumidores de las tiendas convencionales y 22% de los consumidores de las tiendas alternativas.

Sinopsis de la encuesta de información de mercado

La encuesta permitió establecer algunas conclusiones interesantes acerca del banano “Mona Lisa”, de las que se puede extrapolar tres puntos a ser usados en futuras estrategias de mercado.

En el mercadeo los mensajes deben ser simples y deben ser usados para diferenciar un producto de otros. Una estrategia de diferenciación se basa en las cualidades más importantes que el consumidor-objetivo percibe acerca del producto. En el caso del “Mona Lisa”, ya sea en una tienda convencional o una de alimentos orgánicos, la fruta debe diferenciarse primero como “orgánica certificada”. Segundo, pero también importante, el sabor en el caso del “Mona Lisa” específicamente es una fortaleza del producto y sería un buen diferenciador. De todos los encuestados, el 32% indicó que el sabor era la mayor fortaleza del producto. Y de aquellos que dijeron que “definitivamente” o “muy probablemente” comprarían el producto, el 78% vieron el sabor como una fortaleza.

Finalmente, en cuanto al precio, es claro que algunos consumidores no pagarán 0.99 CaD/lb aunque este es un precio muy competitivo para bananos orgánicos. Sin embargo, la mayoría tanto en los supermercados convencionales como en las tiendas de alimentos naturistas, dijeron que estarían dispuestos a pagar hasta 0.99 CaD/lb por el producto. Parece entonces que es importante para una expansión de mercado mantener el precio por debajo de la marca de un dólar canadiense. Tomados juntos, un enfoque basado en todos estos mensajes de estrategias, combinados con una alta calidad de fruta, parecen ser la llave del éxito.

Conclusiones

Hemos visto en este documento que la industria del banano de exportación, como parte de la producción mundial de bananos, está en una extrema necesidad de cambiar hacia la sostenibilidad. FoodLinks, partiendo de las más de dos décadas de experiencia del CIID en el campo de bananos y plátanos ha incitado a dirigirse hacia estos asuntos apremiantes a través de la investigación aplicada. Debido a que muchos de los problemas de la industria del banano de exportación se pueden atribuir a las enfermedades, FoodLinks ha estado trabajando con las variedades de banano de postre de la FHIA que son naturalmente resistentes a tales plagas para dirigirse al problema. La investigación aplicada realizada hasta la fecha ha sido dentro del contexto de dos pruebas de mercado para un total de 11 embarques de 240 cajas.

Descubrimientos importantes en el manejo postcosecha han confirmado que, dentro del contexto de embarques controlados con protocolos de manejo apropiados como se indica en este reporte, el banano “Mona Lisa” puede ser

traído exitosamente al mercado. Las pruebas confirman también que se puede alcanzar precios más altos que los de los bananos convencionales con un producto orgánico, así que los agricultores deberían ser capaces de alcanzar un mayor valor agregado. Este mayor valor provee un incentivo a los productores para adoptar esta variedad. Las pruebas también confirman que los consumidores califican altamente a esta variedad en términos de sabor, tamaño, y “no ennegrecimiento”, tanto en los supermercados convencionales como en las tiendas especializadas en productos orgánicos. Además, los beneficios sociales y medioambientales que se derivan de este banano “sostenible”, aumentan el atractivo del producto al consumidor orgánico discerniente.

Estas experiencias indican áreas de investigación ulterior para promover una producción de bananos más sostenible. Se debe repetir más pruebas con mayores cantidades en otros mercados. La promoción de la producción de banano sostenible debe hacerse a través de programas que alcancen agricultores y asociaciones rurales con crédito, asistencia técnica, y asesoramiento de mercadeo, para incrementar los volúmenes y suplir la demanda del mercado. El banano “Mona Lisa” debe también ser promovido en mercados-objetivo con información y características del producto, y los beneficios de producción y medio ambiente. Además, se debe buscar, documentar y distribuir la información de costos a nivel de finca para que los beneficios financieros de la producción de bananos orgánicos pueda ser conocida. Y, finalmente, para aquellos que han adoptado estas variedades, el efecto de los ingresos y el efecto en el ambiente deben ser monitoreados y evaluados.

Referencias

- CORDOVA, F. 1992. La Sigatoka negra: origen, distribución y impacto económico y social. In Memoria del Seminario Internacional "Preparandonos para una lucha eficaz contra la Sigatoka negra en el Ecuador." Fundación para el Desarrollo Agropecuario, Quito, Ecuador.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. Banana information note. From table 2 — Bananas: world net imports by country at <http://www.fao.org/es/esc/escr/bananas/bainfcve.htm>
- FoodLinks. 1996. Bringing New Bananas to the Canadian Market: Preparatory Phase — Project summary. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document.
- FoodLinks. 1997a. The development challenge. FoodLinks, International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Leaflet.
- FoodLinks. 1997b. FoodLinks — Project summary. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document.
- FRISON, E.A.; G. ORJEDA; S. SHARROCK. (ed.). 1997. ProMusa: a global programme for Musa improvement: Proceedings of a meeting held in Grosier, Guadeloupe, March 5 and 9, 1997. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France, and World Bank, Washington, DC, USA. p. 6.
- GUSSMAN, T.K. 1998. Results of a consumer intercept survey for the 'Mona Lisa' organic banana. T.K. Gussman Associates Inc., Ottawa, ON, Canada. Unpublished.
- GUZMAN, M.; R. ROMERO. 1996. Severidad de la Sigatoka negra en la segunda generación de los híbridos FHIA 01 y FHIA 02. In Informe anual. Corporación Bananera Nacional, Costa Rica. p. 62.
- IDRC (International Development Research Centre). 1998a. IDRC: breeding a better banana. FoodLinks web site at <http://www.idrc.ca/institution/ebanana.html>
- IDRC 1998b. Banana/Plantain Improvement (Honduras) — Phase 1. From IDRIS database at www.minweb.idrc.ca/IDRISlog.htm
- IDRIS (Inter-Agency Development Research Information Service). 1998. IDRIS database. At www.minweb.idrc.ca/IDRISlog.htm
- INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain). 1994. Musa breeding and the Musa breeders' network. In: Annual report. INIBAP, Montpellier, France. p. 38.
- JOHANSON, A. 1996. Sigatoka leaf spot diseases. At <http://easyweb.easynet.co.uk/~andrea/j/sigatoka1.htm>
- LAPRADE, S. 1996. Producción de banano organico utilizando los híbridos FHIA 01 y FHIA 02. In Informe Annual. Corporación Bananera Nacional, Costa Rica. p. 165.
- ROSALLES, F. 1997. Personal communication. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
- SAENZ, M.-V. 1998a. Characterization of the postharvest behavior and commercial development for the new banana cultivar FHIA-02. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document.
- SAENZ, M.-V. 1998b. Market trials of 'Mona Lisa' bananas in Ottawa. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document.
- SAUVÉ, E. 1998a. Facing black Sigatoka: the adoption of disease resistant FHIA banana varieties in Central America for export markets. Carleton University, Ottawa, ON, Canada. Unpublished paper.
- SAUVÉ, E. 1998b. 'Mona Lisa' Survey. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document.
- VERNOOY, R. 1996. Trip report, 21–23 April. International Development Research Centre, Ottawa, ON, Canada. Unpublished internal document in File 2949. p. 9.

Apéndice 1.

Control de Látex en bananos “Mona Lisa”

Introducción

Una de las características del banano “Mona Lisa” es su producción abundante de látex. Una vez que el racimo es separado de la planta se tiene que ejercer mucho cuidado para prevenir que el látex entre en contacto con la fruta. El látex del banano “Mona Lisa” parece ser más espeso y oscuro que el del banano “Cavendish”. Todavía no se ha hecho un análisis químico pero la cantidad de látex es mayor que la proveniente de “Cavendish”. Aun con operaciones estándar de empacadoras de banano que permiten la permanencia durante un período de 10 minutos en un tanque de agua con detergente para permitir que el látex fluya de la planta, el banano “Mona Lisa” continúa produciendo una cantidad considerable de látex una vez que el proceso de transporte comienza. Reportes provenientes del Canadá mencionaron que las manchas de látex son uno de los impedimentos para la comercialización de esta fruta.

Como esta variedad está dirigida hacia la producción orgánica, los tratamientos normales aplicados al banano “Cavendish” no aplican. En Costa Rica por ejemplo, la mayoría de las operaciones bananeras usa un jabón artificial (sulfonato alquilarilo de Sodio) que es efectivo en la solubilización del látex y en su retención en el tanque de agua. Consecuentemente, una vez que la fruta ha sido enjuagada, el jabón y el látex son eliminados. La mayoría de las organizaciones que certifican productos orgánicos establecieron que el único tratamiento aceptable es el uso de jabones con base potásica; sin embargo, no hay jabones de Potasio que puedan remover el látex del banano “Mona Lisa” disponibles comercialmente.

Recientemente una compañía costarricense llamada Quinagro comenzó a producir un insecticida basado en la solución en etanol de un jabón de Potasio, y tiene una formulación experimental del jabón en una base de agua. Sin embargo, no se ha hecho evaluaciones con bananos.

El objetivo de este experimento es reducir la cantidad de látex que se acumula en la superficie de la fruta así como la producción del látex en tránsito.

Materiales y métodos

Estimado de la producción de látex en tránsito

Para este estimado, la fruta de control de los experimentos anteriores fue evaluada con una variable adicional. Una vez lavada y empacada la fruta fue colocada en un cuarto frío a 14° C y almacenada durante el período. Al final de la simulación de transporte el forro interno de la caja fue retirado, puesto a secar y de allí pesado.

Este peso fue comparado con el peso inicial (antes del empaque). La diferencia se consideró como el látex seco que se acumuló en el forro.

Efecto del tiempo de lavado en la acumulación de látex en tránsito

Se efectuó un mondado de la corona a 12 lotes de 10 racimos de banano “Mona Lisa” para eliminar el tejido seco y permitir que el látex fluyera. Cada grupo fue puesto en un

tanque de agua 20-l y se dejó que el látex drenara por 0, 5, 10 ó 15 minutos. Después la fruta fue empacada en cajas estándar con un forro de polietileno. Toda ella fue colocada en un cuarto frío a 14° C y 85 % HR (humedad relativa) para simular un período de transporte de 10 días. Al final de la simulación de transporte se sacó los forros de las cajas, se les dejó secar y después se les pesó. Este peso fue comparado con el peso inicial (antes de empaque) para estimar la acumulación de látex. Se usó cuatro réplicas para cada tratamiento de lavado.

Tratamientos para prevenir las manchas de látex

Los racimos de “Mona Lisa” fueron cosechados y separadas las manos de acuerdo al procedimiento normal en Ecos del Agro, Costa Rica. Se dejó que la fruta drenara por un término considerable (45-60 minutos). De allí la fruta se sacó del tanque de agua, se trató con cloruro de Calcio, se dejó secar y luego se aplicó uno de estos tres tratamientos:

- * Cera de Carnauba (Primafresh-31, S.C. Johnson), para sellar la corona;
- * Jabón a base de Potasio (Organosol, Quinagro, Costa Rica) para remover el látex; o
- * Control (lavado a mano con detergente casero).

La fruta fue empacada después en cajas de banano estándar con un forro de polietileno perforado. Luego se le almacenó a 12° C y 85% HR durante 10 días, simulando un transporte al área de Boston-Nueva York. Después del simulacro de transporte, la fruta fue evaluada para ver la apariencia de su corona y si tenía manchas de látex. Se usó tres replicas de cada tratamiento.

Resultados y discusión

Producción de látex

En promedio cada caja acumuló hasta 7.34 g de látex seco (Cuadro N°. 1). Debido a que el látex de “Mona Lisa” contiene 85% de agua, esto representó 48.93 g de látex fresco, o cerca de 50 ml. Dado que el látex de “Mona Lisa” tiende a oscurecerse y ponerse gelatinoso, esta cantidad le dio mal aspecto a la caja. Además del látex medido, otra porción quedó en la superficie de la fruta y una vez seca hizo parecer que la fruta estaba manchada, reduciendo por ende su valor comercial.

Efecto del lavado

Debido a que “Mona Lisa” está siendo producido orgánicamente, los tratamientos comerciales disponibles para la remoción del látex de las frutas “Cavendish” no pueden ser usados. En consecuencia, dado que la producción de látex en “Mona Lisa” es más abundante, la opción lógica parecía ser la de tener períodos de lavado más largos, y estos bajaron la producción de látex después de empacados (Cuadro N°. 2). Sin embargo, incluso el tratamiento de 15 minutos parece insuficiente para remover todo el látex de la fruta y períodos más largos son recomendables.

Tratamientos de control de látex

Para remover más látex, un jabón de Potasio se usó sobre la superficie de la fruta y la corona. El tratamiento de cera carnauba en la corona pretendía sellar los canales de látex

y reducir el flujo durante el período de transporte. Incluso la fruta usada como control produjo una cantidad menor de látex que en los experimentos previos (Cuadro N°. 3), probablemente porque se utilizó un período de lavado más largo (más de 30 minutos). En consecuencia, el supuesto de que períodos de lavado más largos pueden ayudar a reducir los problemas de látex parece ser correcto. A pesar de que la cera de carnauba ayudó a prevenir la producción de látex, el oscurecimiento de la corona, la presencia de escamas y los residuos oscuros de cera sobre la superficie de la fruta (que parecen manchas de látex) son efectos indeseables. El jabón de Potasio ayuda a remover parte del látex superficial en la fruta (cierto frotado se aplicó, lo que es normal en Ecos del Agro) y mantiene la corona seca y limpia. Este jabón funciona en la empacadora de Ecos del Agro pero, en una prueba anterior en otra empacadora, hubo problemas con residuos blancos. Parece que este jabón es muy sensible a la calidad del agua, especialmente a la dureza (sales disueltas) de la fuente de agua.

Cuadro N°. 1. Acumulación de látex en el forro interno de cajas de banano “Mona Lisa” durante simulación de transporte de tres semanas

Promedio	15.339	22.682	7.343
-----------------	---------------	---------------	--------------

Cuadro N°. 2. Efecto del tiempo de lavado en la producción de látex durante simulación de transporte de tres semanas; “Mona Lisa”

Tratamiento (minutos)	Acumulación de látex (g)
0	7.66a
5	6.82a
10	5.57b
15	4.06c

Nota: Los valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes

Cuadro N°. 3. Efecto de cera de carnauba y jabón de Potasio en producción de látex y apariencia de la corona en los bananos “Mona Lisa”

Tratamiento	Látex (g)	Apariencia de la corona
Control	2.33a	oscura
Cera de Carnauba	1.56b	oscura
Jabón de Potasio	1.49b	clara

Nota: Los valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes (P=0.05)

Apéndice 2. Comparación de variedades “Mona Lisa” y “Cavendish”

Bananos “Mona Lisa”	Bananos “Cavendish”
---------------------	---------------------

Características físicas

Rebordes prominentes	Rebordes lisos
Dedos más rectos	Dedos más curvos
La fruta madura tiene un color rojizo	Fruta madura amarillo brillante
El cuello del dedo es más corto	El cuello del dedo es más largo
El cuello del dedo es más débil	El cuello del dedo es más fuerte
El látex es más espeso y oscuro	El látex es más aguado y transparente
La producción de látex es alta	Producción de látex mediana
Soporta temperaturas de 11°C	Se daña por frío abajo de 13 °C
El dedo es corto (12.7-15.24 cm)	El dedo es más largo
Se ve como banano bastante joven	Se ve como banano normal
Puede parecer plátano pequeño	

Características internas

La pulpa es casi blanca	Pulpa es amarillenta
La pulpa no se oscurece fácilmente	Pulpa se puede oscurecer pronto
Azúcar normal (18-24 brix)	Azúcar normal (18-24 brix)
Fruta de leve sabor astringente	Sabor de fruta uniforme y normal
Fruta puede ser un poco ácida	Sabor normal

Características de maduración

Puede madurar en 4 días, a temperatura ambiente	Puede necesitar hasta 10 días para madurar
Alta producción de etileno	Baja producción de etileno
Fruta con tasa alta de respiración	Tasa de respiración mediana-baja
Responde con menos etileno (mitad)	Fruta responde con dosis normales
A ser madurada entre 13.9-15.6 °C	Debe ser madurada normalmente
Necesita una alta ventilación	Mantenida a ventilación normal
Sabor almidonoso a Etapas 2 ó 3	Fruta ya algo dulce en Etapas 2 ó 3

Bananos “Mona Lisa”**Bananos “Cavendish”****Calidad en general**

La fruta tiene un color algo extraño

Fruta permanece angular al madurar

La fruta tiende a separarse de la mano

La fruta puede tener manchas de látex

Pueden tener daño leve de insectos

La fruta es más pequeña

Más resistente a pudrición de corona

El color de la fruta es normal

La fruta se redondea al madurar

Permanecerá pegada a la mano

La fruta es absolutamente limpia

La fruta es absolutamente limpia

Fruta más grande

Más susceptible a pudrición corona

Vida de estante

Debería ser enviada en las Etapas 2 ó 3

Durará 3 días a temp. ambiente

Pasada de maduración oscurece pronto

Fruta madura se puede tener a 11 °C

Vida de estante más corta

Puede ser enviada en Etapas 2 ó 3

Va a durar 4-5 días temp. ambiente

Pasada de maduración desarrolla
manchas oscuras

Madura, mantener a 13.3-15.6 °C

Vida de estante más larga

Apéndice 3.

Descripción de las segundas pruebas

Introducción

La prueba de embarque se describió en detalle para que cada aspecto del manejo de la fruta, desde el campo hasta la tienda, pudiera ser monitoreada para asegurar el cumplimiento con el protocolo establecido con un margen dado de flexibilidad. El protocolo básico fue elaborado por Eric Sauvé del CIID y revisado por David Slipacoff (Coordinador de la prueba), Oscar Cruz (Ecos del Agro), y Marco Saenz (Universidad de Costa Rica). Toda la logística para esta prueba fue preparada por David Slipacoff. La siguiente reseña describe las actividades de las pruebas finales y algunos comentarios. Este documento es la síntesis de comentarios del informe final de Marco Saenz y el protocolo de trabajo de Eric Sauvé. Todos los comentarios y evaluaciones cualitativas o cuantitativas deben entenderse como citadas por Saenz (1998).

Tratamiento en el campo

Los racimos fueron embolsados en el campo con bolsas de polietileno perforadas con diminutos agujeros al momento de emerger la flor. Esto ha mantenido exitosamente a la mancha roja bajo control, a pesar de que el problema todavía es notable en algunas manos. Se usó sulfato de Cobre (certificado orgánicamente) en bajas concentraciones para fumigar.

“Mona Lisa” parece estar perdiendo la resistencia a la Sigatoka negra. En el campo, plantas que hace algún tiempo terminaron con siete a nueve hojas funcionales ahora sólo tienen cuatro o cinco. Esto significa que la fruta tardará más en rellenarse, que la planta estará sometida a estrés y que probablemente la edad fisiológica de la fruta no corresponderá a la edad cronológica, así que la fruta puede empezar a madurar antes de lo previsto.

Cosecha y empaque

La cosecha dió inicio el martes 12 de Mayo a las 6:30 a. m., con racimos que habían estado colgando 12 semanas desde la emergencia y doblamiento de la flor. La intención original había sido empackar un *pallet* de fruta de 12 semanas de estar colgado y uno de 13 para así tener producto para dos semanas de demostraciones a consumidores. Sin embargo, ello fue imposible porque no hubo fruta de 12 ó 13 semanas. Ecos perdió casi toda la fruta de 13 semanas debido a la Sigatoka: la fruta estaba tan madura que tuvieron que botarla. Consecuentemente, fruta cuyo rango andaba entre 12 y 13 semanas de edad fue empacada. Se hicieron esfuerzos para mantener separada la fruta vieja de la nueva pero desafortunadamente una confusión ocurrida algunos meses atrás con las cintas plásticas de color usadas para marcar la edad del racimo hizo difícil determinar la edad exacta de la fruta.

Se usó almohadillas para cargar los racimos, los que llegaron a la empacadora cubiertos con bolsa de polietileno colocada al florecer. La fruta se colgó y transportó (usando el cablevía) a la empacadora 30 minutos después de la recolección.

Comentario: En general, la operación fue relativamente cuidadosa.

Empacadora

En la empacadora, la remoción de la flor fue normal y la separación convencional de manos se usó para asegurar que se dejara suficiente corona (parte del eje del racimo) en la mano (especificaciones definidas) como que el corte fuera limpio. La mano fue separada usando una “cuchara” (filosa herramienta de corte semicircular). Las manos fueron seleccionadas cortando cada una en pedazos de cuatro a ocho dedos y eliminando los deformes. Los controles de calidad estaban listos para quitar manos que estuvieran muy deformes o muy maduras, o que mostraran signos de daño causado por insectos.

Las características de “deforme” incluían dedos malformados, mucha separación entre dedos y otro daño (por insectos, mecánico, y demás).

Comentario: La selección fue más o menos cuidadosa; sin embargo, debido al volumen de rechazo y los pobres sistemas de control de calidad, a menudo se aprobó manos inaceptables. E. Sauvé y M. Saenz ayudaron en la selección de manos, eliminando aún más aquellas que no eran satisfactorias.

Las manos escogidas fueron puestas en un tanque largo con agua fluyente para permitir el drenaje de látex. Basados en experiencias pasadas, se decidió que las manos debían permanecer en el tanque por lo menos 30 minutos. En el caso del primer *pallet* (identificado inicialmente como fruta de 12 semanas), el tiempo en el tanque fue de aproximadamente 60 minutos. Para el segundo *pallet* (identificado inicialmente como fruta de 13 semanas), fue de 25 minutos. La mancha gris parece menos frecuente ahora; sin embargo todavía está presente en muchas manos. El uso de cloruro de Calcio (orgánicamente aprobado si se hace un enjuague con agua limpia después del tratamiento) puede resolver este problema. Desafortunadamente Oscar Cruz es renuente a su uso por razones de certificación, así que no fue utilizado para esta prueba.

Comentario: No se notó diferencia notable en la producción de látex entre los *pallets* en ningún punto de la evaluación hasta el consumidor.

Después de la remoción del látex, la fruta fue colocada en bandejas de fibra de vidrio para drenarla y de allí ser movida al área de empaque. La selección favoreció manos largas uniformes en tamaño y forma: aquellas con dedos muy curvos, cortos, manos con dedos muy separados, daño físico y rayones, mancha roja, mancha gris, antracnosis (*Collectotrichum gloeosporoides*) y otro daño fueron evitadas. Se prefirió manos con cuatro o seis dedos y no se permitió más de cuatro manos de dos o tres dedos por caja.

Comentario: Debido a que la empacadora no opera regularmente, falta entrenamiento al personal que selecciona la fruta. Por ende, la selección en el campo y en la empacadora no estaban a su potencial máximo y se empacó fruta de calidad menos que satisfactoria. Tanto M. Saenz como E. Sauvé hicieron el esfuerzo posible para asegurar estándares de control de calidad altos, trabajando en la línea de empaque a lo largo del día.

Una caja empacada con bananos convencionales debe pesar unos 18.9 kg y llevar 22-24 manos (una sección contiene de cuatro a seis dedos y una mano contiene 12-16 dedos), con peso de azafate de 18.7 kg. Normalmente el racimo en planta de “Cavendish” produce 1-1.2 cajas, con rechazo del 15-20%. Pero en “Mona Lisa” la tasa de rechazo se

estimó en 50% por la deformación de las manos superiores -lo que ahora es una preocupación mayor- y se requirió dos racimos para llenar una caja. El rechazo de las manos superiores deja sólo las manos intermedias e inferiores para empaque, y estas, característicamente, muestran dedos más pequeños. También, dada la alta curvatura de la fruta “Mona Lisa”, para alcanzar el estándar de peso las cajas se tenían que llenar más allá del borde superior, exponiendo a la fruta a golpe y magullamiento.

Comentario: La decisión de reducir el peso de la caja a 17 kg se hizo para evitar este problema y el 75% de las cajas fueron empacadas con ese peso reducido.

Se colocó una capa gruesa de papel y un forro tubular perforado antes de poner la fruta en la caja. La fruta se estibó en dos niveles, separados tanto por el papel como el forro protector. Después de que la fruta fue colocada en la caja se ubicó cuatro paquetes de retardante (RETARDER, de 7 g cada una) en cada caja, cuidando que el RETARDER fuera dentro del forro, cerca de la fruta, y que la superficie impresa no estuviera en contacto con la fruta (como lo recomienda RETARDER, España). Las bolsas plásticas quedaron abiertas para incrementar la ventilación y la evaporación de la humedad dentro de la caja, y cada caja fue estampada con la fecha de empaque.

Transporte al mercado

Las cajas fueron “palletizadas” para crear una forma de 1x1.2 metros, o sea seis cajas en la base y ocho filas de altura para un total de 48 cajas por *pallet*, amarradas con cintas de polipropileno reforzadas en las esquinas. Luego se les cargó en el contenedor en las posiciones frontales (lejos de la unidad de refrigeración). Toda la superficie del piso fue cubierta con papel y plástico y la base de los *pallets* fue sellada con una hoja de polietileno. La ventilación del contenedor se puso a 25-50% para evitar acumulación de etileno (C_2H_4) y humedad, y la temperatura se graduó entre 13.3 y 14.4 °C. Los medidores de temperatura de pulpa y ambiente iban en la pulpa de banano “Mona Lisa” tanto como en una caja de “Mona Lisa”, respectivamente. La fruta de 13 semanas de edad se puso en un *pallet* y se formó otro con la fruta de 12 semanas de edad.

El contenedor salió de Ecos del Agro hacia las 2:20 p. m., del 12 de Mayo y la fruta llegó a la bodega en Ottawa hacia las 10 a. m., del 20 de Mayo. La fruta ya estaba cambiando de verde a amarilla en algunos dedos en al *pallet* de 13 semanas. Esto hace creer que (como se indicó anteriormente) hubo algunos problemas en el encintado de la fruta en la finca antes de la cosecha. La temperatura en el contenedor, tal y como la midió en la bodega el personal, fue de 15.3 °C. El medidor de temperatura Ryan había sido robado. Tras la llegada se inspeccionó una caja de fruta de muestra (seleccionada al azar), para determinar su calidad general.

Comentario: El mayor defecto encontrado fue que la fruta era muy pequeña. La mayoría de las cajas llevaba más del 70% de fruta pequeña. El lesionamiento causado por el transporte fue relativamente alto y había daño en la cáscara; sin embargo no hubo problemas con látex, manchas grises, descomposición de la corona, o daño por insectos. La fruta llegó en la Etapa 1.5. Los otros factores estaban dentro del rango normal.

Maduración del banano “Mona Lisa”

El viernes 20 de Mayo, a la 1 p. m., la fruta fue trasbordada a otro lugar a dos km de distancia. Los cuartos de maduración normalmente eran usados para tomates (o sea, cuartos no presurizados) pero adecuados. El plan inicial era que el primer *pallet* (marcado como fruta de 13 semanas) sería distribuido para demostraciones y ventas en el primer fin de semana (23-24 de Mayo) y el segundo (marcado como fruta de 12 semanas) sería retenido después de la maduración para el segundo fin de semana. A este punto no se sabía si el segundo *pallet* duraría hasta el fin de semana del 30-31 de Mayo.

El equipo de maduración se puso para que dispersara la mitad de la dosis de etileno de la que se usa normalmente para los bananos “Cavendish”. En este caso el tamaño del cuarto requirió 2.8 l de C_2H_4 para generar las dosis normales de C_2H_4 en un período de 24 horas. Como las frutas llegaron en avanzado estado de maduración, se decidió que se debería usar las medias dosis (1.4 l), y la fruta expuesta durante sólo 12 horas (75 ppm). La temperatura se graduó a 15.5 °C.

David Slipacoff y Marco Saenz inspeccionaron la fruta el jueves en la mañana a las 3 a. m. Basados en tal inspección y debido a que la fruta tenía que estar lista para el sábado en la mañana, un tratamiento adicional de seis horas (o sea, 75 ppm de C_2H_4 a 15.5 °C) fue aplicado. El cuarto de maduración fue ventilado a las 9:20 a. m., del jueves y se separó 15 cajas a un lugar más tibio para que la fruta estuviera completamente madura (por lo menos en Etapa 4) para la demostración del sábado.

A las 10:30 a. m., una caja de muestra del *pallet* de 13 semanas fue llevado a las oficinas de CIID para evaluación formal de calidad, realizada en conjunto por Marco Saenz, David Slipacoff y Eric Sauvé. Esta caja había estado en el cuarto de maduración un total de 18 horas y había pasado una hora a temperatura ambiente antes de su revisión. La caja evaluada mostró las siguientes características:

- * Empacada a 17 kg;
- * 21 secciones presentes;
- * Longitud de la fruta: entre 14 y los 17.75 cm, con mayoría a 15.25;
- * Diámetro promedio: entre 3.15 y 3.81 cm;
- * Fruta pequeña en tamaño debido a su composición genética;
- * Pulpa blanca con mucho flujo de látex;
- * Un racimo mostraba señales de látex en la cáscara;
- * Casi no quedó nada de látex en el forro en el fondo de la caja;
- * Fruta limpia (sólo un racimo con daños por látex en la cáscara, 5% mostró inicios de antracnosis, un racimo tenía mancha gris severa, 50% tenía mancha roja, particularmente en los puntos de contacto entre dedos en la parte superior del banano, el mallugamiento no era excesivo);
- Color en Etapa 2, la fruta estaba rellena, con 5% inmadura y 95% madura, la curvatura era variable a lo largo de la fruta, las coronas estaban bien mondadas y sin látex en la corona, dos racimos tenían manos con demasiada separación entre dedos y no había señales de pérdida de agua.

Almacenaje del banano “Mona Lisa”

Un *pallet* completo se colocó en un cuarto frío a 13.3 °C junto a otras cajas de bananos regulares. Medio *pallet* se dejó en el cuarto de maduración a 14.4 °C para esperar que los bananos fueran entregados a las tiendas (planeado para la noche del viernes 22 de Mayo y en la mañana del sábado 23 de Mayo). La fruta que se iba a vender en las tiendas participantes se entregó en la tarde del 22 de Mayo para que estas pudieran tener la fruta y ver la calidad por adelantado. No tomó más de una hora entregar la fruta en la tienda más lejana. La entrega se hizo a temperatura ambiente.

A las 10 a. m., del 28 de Mayo se probó una caja del cuarto a 15.5 °C de la bodega. La caja tenía las características siguientes: sin red, el forro de plástico abierto, el RETARDER todavía en la caja, fruta en Etapa 5, firme, 22 secciones, la mayoría con mancha roja, seis con daño por látex, una con problemas de cuello y una con mancha gris. Una segunda caja de muestra de la bodega reveló: una mano con daño por látex, de cinco a siete con mallugamiento leve solamente en la cáscara y con la pulpa todavía firme, de una calidad en general excelente.

En la tienda al detalle

Debido a que la fruta había llegado un poco tarde a Ottawa y tenía que estar lista para el sábado 22 de Mayo, recomendamos a las tiendas no poner la fruta en cuarto frío –lo que es contrario al protocolo sugerido. La adaptación se decidió con base en la etapa de maduración de la fruta al momento de entregarla en las tiendas.

La fruta para muestreo estaba en Etapa 3 el viernes en la tarde (22 de Mayo), así que se decidió moverla a un lugar más tibio para acelerar la maduración. Se trasladó a un cuarto con temperatura de 26 °C. Se permitió que la fruta se entibiara y de allí se le cubrió con una bolsa plástica para atrapar el calor y el C₂H₄ adentro. Las frutas se entregaron a las tiendas en la Etapa 4, estuvieron un poco inmaduras el sábado, pero estuvieron en la Etapa 5-6 para la mañana del domingo. Las ventas de fruta el primer fin de semana fueron mejor de lo esperado en algunos locales (Cuadro N°. 1).

Cuadro N°. 1. Ventas de banano “Mona Lisa” en el primer fin de semana de la prueba

Tienda	Entregadas ^a	Cajas	
		Vendidas	Sobrantes
Cadena de tiendas normal 1	12	9	1
Cadena de tiendas normal 2	12	5	5
Tienda de comida naturista 1	6	3	1
Tienda de comida naturista 2	10	5	5
Tienda de comida naturista 3	4	1	2

^aAlgunas cajas fueron a demostraciones

El mercado global para el banano orgánico

Eric Sauvé¹

Introducción

El presente documento tiene como propósito realizar una descripción general de la comercialización mundial del banano orgánico. A pesar de que el mercado comercial de bananos orgánicos y bananos ambientalmente sostenibles ha existido por más de dos décadas, este, junto al resto del movimiento orgánico, está en una etapa de crecimiento. En las siguientes líneas se sienta las bases para el entendimiento de ese crecimiento mediante el examen de precios, volúmenes, oferta, demanda y marcos regulatorios.

Se debe hacer notar, desde el inicio, que esta labor de cuantificación y calificación de los patrones de comercio de bananos orgánicos es un reto. Más importante aún es hacer notar que los productos orgánicos no son diferenciados de los productos convencionales en los rubros de comercio (importaciones, exportaciones y distribución) gubernamentales, y es por ello que no existen datos estadísticos exactos sobre los volúmenes, precios, y similares. Aún mas, hasta la fecha no se ha completado estudio base alguno de referencia, independiente y comprensivo. La descripción de este mercado se basa en estimados de la situación actual, sin ninguna perspectiva histórica.

Este trabajo se basó en contactos dentro del rubro, con un cuestionario remitido por correo y un levantamiento de la información secundaria disponible para obtener los estimados. El mismo comienza desde la división inicial entre productos frescos y procesados, describiendo las tres áreas de mercado más grandes de acuerdo a Haest (1995): Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), Europa y Japón, y no pretende ser la última palabra sobre el comercio de banano orgánico sino un primer paso de cimiento de futuras investigaciones. Con tal propósito el Apéndice enlista diversas fuentes de valiosa información.

¹Foodlinks Initiative, IDRC, Ottawa, Canada. ericsauve@hotmail.com

Bananos orgánicos frescos

Volumen

De acuerdo a los expertos en el rubro, el mercado mundial para banano orgánico está creciendo a un ritmo del 30% anual, el que, en términos generales, es probable que sea a costa de los bananos convencionales. El Cuadro N°. 1 muestra que el mercado para banano convencional crece en los países en desarrollo, pero en los mercados de los países industrializados, donde los productos orgánicos son los más populares (Haest, 1995), el crecimiento del de banano convencional es insignificante. Los bananos orgánicos que están dentro de este mercado de poco o ningún crecimiento deben incrementar su sector ‘canibalizando’ la porción total estática del mercado. Los bananos orgánicos son evidentemente productos ‘substitutos’, lo que significa que los consumidores los han ‘sustituido’ por otros productos, en este caso, los bananos convencionales. En Estados Unidos los consumidores ‘substituyen’ los productos orgánicos por razones muy similares (ver Fig. 1) a las de Europa, quienes hacen énfasis en la salud, la protección ambiental, la seguridad y la calidad (Protrade, 1994).

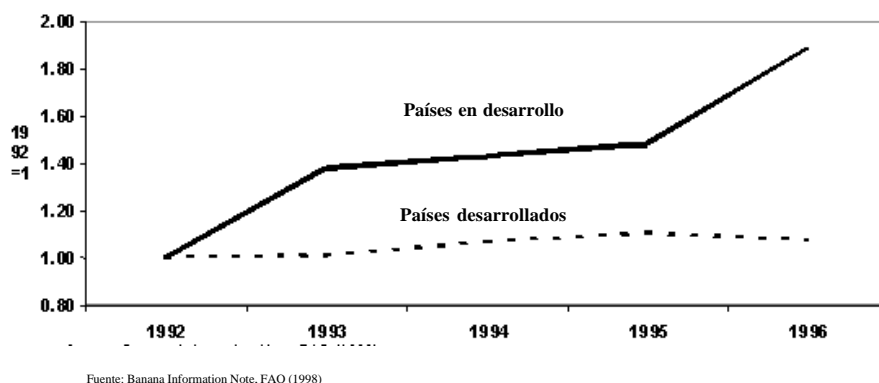
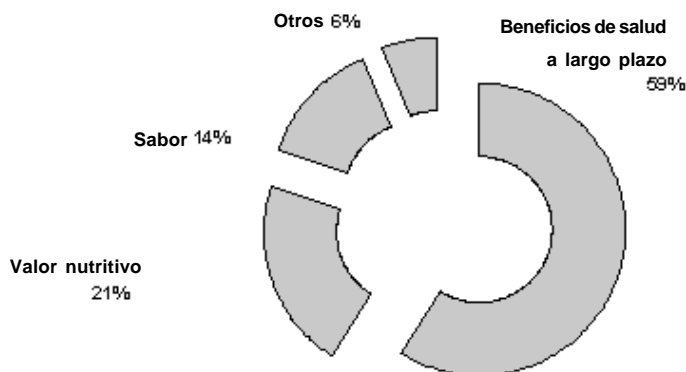


Fig. 1. Ventas totales de banano. Índice 1992 = 1

Se estima que el mercado norteamericano (excepto México) para banano orgánico es de 12 760 toneladas métricas por año, lo cual representa 0.7% del total de las importaciones de banano (Cuadro N°. 1). Hay dos grandes marcas operando en el área: Made in Nature (de Albert's Organics, con base en Nueva Jersey) y Mexican American Fruit Company (de National City, California). Los bananos son de la variedad convencional Cavendish, llevados de México, Honduras y República Dominicana, pero hay potencial de crecimiento ya que el banano es líder de fruta fresca en libras per cápita consumidas (Swenson, 1998)

y los productos orgánicos han tomado generalmente un 1.7% del total de las ventas al detalle de productos agrícolas (FIMP, 1998). Esto es mucho más elevado que el 0.7% de sector de mercado que tiene el banano orgánico en el mercado norteamericano.



Fuente: Basado en Packaging facts, 1996: 189

Fig. 2. Los compradores estadounidenses han comido productos orgánicos en el pasado. El gráfico muestra las razones más importantes para comprar frutas y verduras orgánicamente cultivadas

La Unión Europea (UE) también es un amplio mercado para alimentos frescos orgánicos y se estima que para el año 2006 tendrá una porción de 15% del mercado (Eurofruit Magazine, 1997a). El consumo de banano orgánico por la Unión Europea se estima en 11 200 tm/año, que significa 0.2% del mercado total (Cuadro N°. 1). Dentro de la UE, Alemania es el líder, importando y distribuyendo aproximadamente el 40% de los volúmenes de banano orgánico.

En Alemania hay tres grandes contendientes: Traadin (Holanda), Lehmann Natur y Schwartzbrot (ambos de Alemania). Los suministros para este mercado provienen primordialmente de República Dominicana pero asimismo de Colombia, Islas Canarias e Israel durante parte de la temporada. Los bananos para toda la EU provienen de una variedad de fuentes que incluyen Colombia, Islas Canarias, India, Dominica, Uganda, Ecuador, República Dominicana, Costa Rica, Bolivia, Perú, Madagascar, Guatemala, Honduras, Israel y Togo.

Cuadro N°. 1. Importaciones estimadas de banano orgánico por año por región/país (000 tm)²

Región/País ³	Total de banano	Bananos orgánicos	Bananos orgánicos como total de ventas
Estados Unidos	3368	10.94	0.3%
Canadá	408	1.82	0.4%
Europa	4054	11.20	0.2%
Japón	819	2.74	0.3%
Total	8649	26.70	0.3%

²Basado en la Nota de Información de Banano, FAO (1998)

³Basado en contactos del rubro, excepto Japón AMPO (1997) y Hamilton-Bate (1996)

En Japón los productos orgánicos han iniciado ya vigorosas entradas y ciertos análisis sugieren que se convertirá en “el consumidor individual mas grande del mundo de productos orgánicos a fines de la próxima década” (Eurofruit Magazine, 1997a). Al presente los productos agrícolas suman el 60% de todas las ventas de productos orgánicos (Seki, 1997). Los volúmenes totales de bananos orgánicos son de 2740 tm/año, siendo un 0.3% del mercado (Cuadro N°. 1) Proviene primordialmente de las Islas Negros (Filipinas), y un poco de Australia y México.

Precio

En un análisis cruzado de mercados, los bananos orgánicos tienen una gran diferencia de precio al compararlos con los bananos convencionales a nivel de detallista (Cuadro N°. 2). El diferencial está por encima de la mayoría de los demás productos orgánicos y las razones para ello no sólo son las remuneraciones mayores a nivel de detallista sino también los mayores costos que los bananos convencionales a lo largo de la cadena, desde la producción hasta el consumo. Por ejemplo, un costo FOB (*Freight on Board* o Carga a Bordo del Transporte) en Costa Rica para una caja de bananos orgánicos puede ser el doble del precio de una caja de banano convencional. El embarque de volúmenes menores de bananos orgánicos *versus* los grandes volúmenes de bananos convencionales puede incrementar también la discrepancia comparativa. El Cuadro N°. 2 muestra una amplia variable en diferencial de precios, desde los ‘competitivos’, que son de 1.50 a 2.04 veces el precio convencional, hasta precios ‘premium’ que van de 2.60 a 3.07 veces más.

Cuadro N°. 2. Precio al detalle estimado para banano orgánico (US\$/kg)

País	Precio convencional al detalle promedio 1997 ⁴	Diferencial de precios para orgánicos (orgánico/convencional)	Precio de bananos orgánicos ⁷
EUA	1.07	2.04 a 3.07	2.18 a 3.28 ⁶
Alemania	1.57	1.85 a 2.60	2.89 a 4.05 ⁶
Japón	1.92	1.50 a 2.70 ⁵	2.88 a 5.18

⁴Basado en Nota de Información de Banano, con tasas de cambio de 1997, FAO (1998)

⁵Estimado basado en AMPO (1997) y Hamilton-Bate (1996)

⁶Estimado basado en contactos del rubro 1998

⁷Precio promedio al detalle convencional X premium

Este diferencial de precio de los bananos orgánicos, a pesar de estar menos fuertemente influenciado que los convencionales a causa de los ciclos estacionales, fluctúa ampliamente según tipo de tienda. La relación precio/volumen/tienda es una importante característica cambiante en el mercado. En EUA los suplidores de banano orgánico, como Albert's Organics, proveen a tiendas pequeñas de alimentos naturales pero también a operaciones de cadenas mayores que incluyen supermercados convencionales (Redmond, 1997). Encuestas recientes en EUA han mostrado que “casi un cuarto de todos los compradores adquieren de los supermercados comidas naturales u orgánicas por lo menos una vez por semana” (Instituto de Comercialización de Alimentos, 1995). En muchos países de la Unión Europea también hay un cambio de canal de distribución hacia supermercados convencionales grandes (IFOAM, 1995).

En Alemania se estima, con base en contactos con miembros del rubro, que por lo menos la mitad de los bananos orgánicos vendidos son comercializados a través de supermercados. En el Reino Unido los supermercados fueron responsables de más del 60% de todas las ventas al detalle de productos orgánicos (Latacz-Lohmann and Foster, 1997), con Sainsbury, un líder en el mercado, vendiendo producto orgánico proveniente de República Dominicana a la cabeza, con 7% de sus ventas de banano pre-empacado (Whalley, 1998). En Japón, Daiei, la cadena de supermercados líder, vende agresivamente bananos orgánicos australianos (Asiafruit, 1996). El resultado final de este ‘cambio de canal’ hacia operaciones de alto volumen es una presión de decremento de precios.

Un ejemplo excelente de esto es Tesco, el décimo comercializador al detalle más grande de Europa, quien recientemente hizo un recorte de precios en sus productos orgánicos (Eurofruit, 1997b).

En Europa (Protrade, 1994), Estados Unidos (Packaged Facts, 1996) y Japón (Asiafruit, 1996), los estudios muestran que el precio comparativamente alto de

productos orgánicos y bananos es una de las barreras más importantes para la compra por parte del consumidor. Si esta presión de decremento de precios no diluye significativamente el incentivo de producción, la relación precio/volumen/tienda debería incrementar la porción del mercado para los bananos orgánicos.

Regulaciones

Aunque en la Unión Europea el marco regulatorio para productos orgánicos está muy bien instaurado, en Canadá, Estados Unidos y Japón todavía está en proceso de desarrollo. Las regulaciones han sido cubiertas más explícitamente en otras presentaciones, así que aquí se expone sólo lo necesario como para advertir que la confusión del consumidor acerca de qué es 'orgánico' afecta negativamente a la demanda. Los expertos de la industria indican que la confianza del consumidor, acompañada del respaldo o aceptación gubernamental, tendrá repercusiones positivas en el mercado.

Bananos orgánicos procesados

El mercado de los orgánicos procesados se encuentra en peligro de sobreabastecimiento. Recientemente muchas fincas certificadas para producción de banano orgánico han entrado al mercado y la mayoría no tiene capacidad para exportar fruta fresca, lo que les deja el procesamiento como la opción primaria para generación de dinero.

El mercado de la Comunidad Económica Europea se puede dividir entre purés y productos secos (deshidratados). Según contactos con expertos en el rubro, el mercado de puré orgánico representa un estimado del 95% (5000 tm/año) del total de los volúmenes orgánicos procesados, con los productos secos en el 5% restante.

El puré es usado primordialmente en comidas para bebé pero asimismo en helados y jugos tropicales distribuidos principalmente en Alemania, así como en Escandinavia, Dinamarca y otros. A pesar de que los bananos orgánicos secos son promisorios, los números en 1995 para productos convencionales secos fueron bajos, siendo de 1508 tm/año para todos los EUA.

En este país los productos orgánicos procesados todavía tienen que causar un fuerte impacto, el que podría absorber el creciente número de productores de banano orgánico. Las comidas para bebé hechas con banano orgánico han sido introducidas hasta hace muy poco al mercado y muchos otros productos lo han sido en EUA, los cuales usan o podrían usar bananos orgánicos procesados (Cuadro N°. 3).

Cuadro N°. 3. Introducciones de productos selectos nuevos de banano desde 1994 a la fecha.

Producto	Nombre de Marca
Banana Walnut, mezcla orgánica para hornear	Community and Bean, Inc.-Old Savannah
Banana Nut Barley, cereal caliente para el desayuno	Fantastic Foods-Fantastic Foods
Banana Coconut Nuclear Breeze, postre congelado no-lácteo	Garden of Eatin' Inc.-Garden of Eatin'
Banana Smoothie, bebida alternativa a lácteos a base de arroz	Grainnaissance-Amazake
Pineapple Banana, torta saludable libre de grasa	Health Valley Foods-Health Valley
Go Banana Coco, rodajas de banano orgánico con coco	International Harvest Inc.-Himalayan Harvest
Go Banana Bars, dulces de chocolate en barras	International Harvest Inc.-Himalayan Harvest
Banana Organic Brown Rice Puddings	R.F. Bakery International Inc.-R.F.'s
Banana Bliss, sorbetes tropicales orgánicos	Welch Foods Inc.-Granjas Cascadian
Rodajas de banano orgánico	Made in Nature Inc.-Made in Nature

Fuente: elaborado de la revista Packaged Facts (1996)

Conclusión

El mercado de banano orgánico está creciendo más rápidamente en cuanto producto fresco. Es evidente que estos mercados se encuentran en una etapa temprana y sólomente incrementarán en tamaño con las reducciones de precio, el incremento de regulación gubernamental y la creciente toma de conciencia de los consumidores en torno a su salud y el ambiente. La industria tendrá que negociar cuidadosamente esta tan importante reducción de precios para que quede asegurado el incentivo de producción para los productores.

References

- ASIAFRUIT. 1996/May-June. 'Daiei Takes up Price Position in Japan'. Found on a web-searchable database at <http://www.fruitnet.com>
- AMPO Japan-Asia Quarterly Review. 1997. 'Bananas to Change the World'. Vol.24, No.2: 12-16. Tokyo, Japan.
- EUROFRUIT MAGAZINE. 1997a. 'Organics'. October: 130.
- EUROFRUIT MAGAZINE. 1997b. 'Cutting the Retail Price'. October: 129.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. 'Banana Information Note'. February. Found on a web-searchable database at <http://www.fao.org>
- FIMP (Food Industrial Management Program). 1998. 'Total US Organic Produce Sales'. In: Natural Food Merchandiser, 17th Annual Market Overview Issue, Vol. XIX, No.6: 44. New Hope Media, Boulder, Colorado, USA.
- FMI (Food Marketing Institute). 1995. 'Report on Natural Products: an Excerpt from the Food Marketing Industry Speaks' In Harvest the Profits of Organic Produce, a Professional Enrichment Seminar. 36-41. Sponsored by the Canadian Health Food Association, Toronto, Ontario, Canada.
- HAEST, C. 1995. 'Global Partnerships for Certified Organic Products'. In: International Organic Market Study for BIOFAIR conference, Camara de Comercio de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.
- HAMILTON-BATE, Clare. 1996. 'Organic Bananas get Lift from Japan'. In: Asiafruit, July-August. Found on a web-searchable database at <http://www.fruitnet.com>
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture movements). 1995. 'International Organic Market Study' for BIOFAIR conference. Camara de Comercio de Costa Rica, San Jose, Costa Rica.
- LATACZ-LOHMANN, U. C. and Foster. 1997. 'From Niche to Mainstream: Strategies for Marketing Organic Food in Germany and the UK' In British Food Journal. 9918:275-282.
- NATURAL FOOD MERCHANDISER. 1998. 'OTA Releases Official Response to Proposed Rules'. In Natural Food Merchandiser, 17th Annual Market Overview Issue, Vol. XIX, No.6: 44. New Hope Media, Boulder, Colorado, USA.
- PACKAGED FACTS. 1996. 'The Organic Food and Beverage Market'. New York, NY, USA.
- ProTrade. 1994. 'Tendencias de Consumo'. In: la Exportacion de Productos Provenientes de Cultivos Ecologicos Controlados: 10. GTZ, Germany.
- REDMOND, E. 1997. 'Organic Trade to Increase' In The Packer, Sept. 22, 1997:7D. Vance Publishing, Lenexa, Kansas, USA.
- SEKI, T. 1997. 'Study on the Japanese Food Market'. Market and Industry Services Branch, Agriculture and Agrifood Canada, Ottawa, Ontario, Canada. Found on a web-searchable database at <http://aceis.agr.ca>
- SWENSON, D. 1998. 'Spring to Bring Price Increase'. In: The Packer, March 16:1A. Vance Publishing, Lenexa, Kansas, USA.
- WHALLEY, S. 1998. 'Sainsbury's Leads the Way with Organic Bananas'. In: Supermarketing, March 13:1314:12, UK.

Apéndice 1. Fuentes de información

“Certification of Organic Foodstuffs in Emerging Countries”. Publicación sobre la certificación en Europa y los Estados Unidos, realizada por el Dr. Jochen Neuendorff y publicada por GTZ. <http://www.gtz.de>

Fruitnet. Servicio de Información para el comercio de fruta europea y asiática, ubicado en la red mundial de informática. <http://www.fruitnet.com>

Fruit Online. Información sobre el mercado de frutas de EUA, ubicado en la red mundial de informática. <http://www.fruitonline.com>

Green Trade Net. Servicio de información europeo sobre productos orgánicos, ubicado en la red mundial de informática. <http://green-tradenet.de> Correo electrónico: oekologie_marketing@compuserve.com

IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements. Información sobre certificación orgánica internacional. <http://www.ecoweb.dk/ifoam>. Okozantrum Imsbach, D-66636, Tholey-Thely, Germany, Tel: +49 6853-5190, Fax: +49 6853-30110.

Information Network for Organic Produce. Información sobre productos orgánicos del agro en Europa, ubicado en la red mundial de informática. <http://www.tapin.co.uk>

International Banana Conference “Towards a Sustainable Banana Economy”. Reporte de las actividades de la Conferencia, con información sobre el impacto del sistema europeo de cuotas de importación hacia el mercado de banano “sostenible”. <http://www.laslett.com/banana>

JETRO (Japanese External Trading Organisation). Información sobre productos orgánicos en el mercado japonés. <http://www.jetro.org>. Oficinas en diversos lugares del mundo. E-mail: webmaster@newyork.jetro.org

Market Asia. Información sobre frutas y vegetales en Asia, ubicado en la red mundial de informática. <http://www.marketasia.org> Correo electrónico: rap@dai.com

Natural Food Merchandiser. Información sobre el mercado estadounidense de alimentos naturales. <http://www.nfm-online.com>

1301 Spruce St. Boulder, Colorado, 80302-4832, Tel: (303) 939-8440, Fax: (303) 939-9559.

Organic Trade Association. Nodo informático para la industria orgánica de los EUA. <http://www.ota.com/index.htm>

50 Miles St. PO Box 1078, Greenfield, Mass. 01302, Tel: (413) 774-7511, Fax: (413) 774-6432.

The Produce Industry Information Centre. Información sobre la industria estadounidense de productos agrícolas. <http://www.rbc.com>. The Packer, 10901 W. 84th Terrace, Lenexa, Kansas, 66214, Tel: (913) 438-8700 ext. 748, Fax: (913) 438-0695.

World Food Net. Información sobre productos alimenticios procesados, ubicado en la red mundial de informática. <http://www.worldfoodnet.com/enter/home.html>

Referencias

- ASIAFRUIT. 1996. 'Daiei Takes up Price Position in Japan'. Asiafruit, May-June. *Found on a web-searchable database at* <http://www.fruitnet.com>
- AMPO JAPAN-ASIA QUARTERLY REVIEW, 1997. 'Bananas to Change the World'. In AMPO Japan- Asia Quarterly Review, Vol. 24, No. 2: 12-16. Tokyo, Japan.
- EUROFRUIT MAGAZINE. 1997a. 'Organics'. In Eurofruit Magazine, October: 130.
- _____ 1997b. 'Cutting the Retail Price'. In Eurofruit Magazine, October: 129.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS). 1998. 'Banana Information Note'. February. *Found on a web-searchable database at* <http://www.fao.com>
- FIMP (FOOD INDUSTRIAL MANAGEMENT PROGRAM). 1998. 'Total US Organic Produce Sales' In Natural Food Merchandiser, 17th Annual Market Overview Issue, Vol. XIX, No.6: 44. New Hope Media, Boulder Colorado, USA.
- FMI (FOOD MARKETING INSTITUTE). 1995. 'Report on Natural Products: an Excerpt from the Food Market Industry Speaks' In Harvest the Profits of Organic Produce, a Professional Enrichment Seminar. 36-41. Sponsored by the Canadian Health Food Association, Toronto Ontario, Canada.
- HAEST, C. 1995. 'Global Partnerships for Certified Organic Products' In International Organic Market Study for BIOFAIR conference, Cámara de Comercio de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- HAMILTON-BATE, CLARE. 1996. 'Organic Bananas get Lift from Japan'. Asiafruit, July-August. *Found on a web-searchable database at* <http://www.fruitnet.com>
- IFOAM (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS). 1995. 'International Organic Market Study for BIOFAR conference. Cámara de Comercio de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- LATACZ-LOHMANN, U. AND FOSTER, C. 1997. 'From Niche to Mainstream: Strategies for Marketing Organic Food in Germany and the UK' In British Food Journal 9918: 275-282.
- NATURAL FOOD MERCHANDISER. 1998. 'OTA Releases Official Response to Proposed Rules». In Natural Food Merchandiser, 17th Annual Market Overview Issue, Vol. XIX, No.6: 44. New Hope Media, Boulder Colorado, USA.
- PACKAGED FACTS. 1996. 'The Organic Food and Beverage Market'. Packaged Facts, New York, NY, USA.
- PROTRADE. 1994. 'Tendencias de Consumo'. In la. Exportación de Productos Provenientes de Cultivos Ecológicos Controlados: 10. GTZ. Germany.
- REDMOND, EMILY. 1997. 'Organic Trade to Increase'. In The Packer, Sept. 22, 1997: 7D. Vance Publishing, Lenexa, Kansas, USA.
- SEKI, TOSHIHISA. 1997. 'Study on the Japanese Food Market'. Market and Industry Services Branch, Agriculture and AgriFood Canada, Ottawa, Ontario, Canada. *Found on a web-searchable database at* <http://aceis.agr.ca>
- SWENSON, D. 1998. 'Spring to Bring Price Increase'. In The Packer, March 16: 1A. Vance Publishing, Lenexa, Kansas, USA.
- WHALLEY, S. 1998. 'Sainsbury's Leads the Way with Organic Bananas' In Supermarketing, March 13: 1314: 12, UK.

Acrónimos y Abreviaturas

ANAO	Asociación Nacional de Agricultura Orgánica, Costa Rica
BID	Banco Interamericana de Desarrollo
CIID	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá
CIRAD AMIS	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique, France
CORBANA	Corporación Bananera Nacional, Costa Rica
DMR	Dependencia Micorrízica Relativa
EARTH	Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, Costa Rica
ECOCERT	European Organic Certification International
EPA	Environment Protection Agency
FHIA	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Honduras
FOG	Florida Organic Growers, USA
FVO	Farm Verified Organic, Inc., USA
ICIA	Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, España
ICIPE	International Centre for Insect Physiology and Ecology, Kenya
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
INIBAP	International Network for the Improvement of Banana and Plantain, France
INIBAP LACNET	INIBAP Latin America and Caribbean Network, Costa Rica
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
INIVIT	Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales, Cuba
IOIA	Independent Organic Inspectors Association
IPGRI	International Plant Genetic Resources Institute, Italy
IRTA	Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries
ISO	International Organization for Standardization
KRAV	Agencia Certificadora de Suecia
MA	Micorrizas Arbusculares
MIP	Manejo Integrado de Plagas
MVA	Micorriza Vesicular Arbuscular
NBRP	National Banana Research Program, Uganda
OCIA	Organic Crop Improvement Association, USA
OFPA	Organic Food and Production Aid
OMRI	Organic Materials Review Institute, USA
OTCO	Oregon Tilth Certified Organically, USA
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
UCR-CIA	Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación Agronómica, Costa Rica
WWF	World Wildlife Fund

Lista de participantes

Ing. Pablo Acuña

Ing. Antonio López

Ing. Sergio Laprade

Ing. Thomas Moens

Dr. Ronald Vargas

CORBANA

Apdo. 390-7210

Guápiles. Costa Rica

Fax: + 506 763 3055

E-mail: investigaciones@corbana.icr.co.cr

Ing. Luis Brenes

ANAO

Apdo. 132-2020

Centro Postal

San José. Costa Rica

Fax: + 506 224 0911

E-mail: lbrenes@cariari.ucr.ac.cr

Ing. Juan Cabrera

Dra. María del Carmen Jaizme

Dr. Antonio Marrero

ICIA

Apdo. 60

38200 La Laguna, Tenerife

Canarias. España

Fax: + 34 22 47 63 03

E-mail: jcabrera@icia.rcanaria.es
mcjaizme@icia.rcanaria.es
amarrero@icia.rcanaria.es

Dr. Bruno Delvaux

Université Catholique de Louvain

Unité des Sciences du Sol

Place Croix du Sud, 2/10

1348 Louvain-la-Neuve

Belgique

Fax: + 32 10 47 45 25

E-mail: delvaux@pedo.ucl.ac.be

Ing. Raúl García

INIVIT

Apdo.6

Santo Domingo

Villa Clara. Cuba

Fax: + 53 42 42 201

E-mail: inivit@quantum.inf.cu

Dr. Clifford S. Gold

IITA-ESARC

P.O. Box 7878

Kampala. Uganda

Fax: + 256 41 341242

E-mail: c.gold@imul.com

Ing. Ramiro Jaramillo

Asesor INIBAP LACNET

Apdo. 4824 – 1000

San José. Costa Rica

Fax: + 506 240 7098

Mr. Christoph F. Meier

Horizontes Organicos C. por A.

Apdo. 15

Azua. República Dominicana

Fax: + 1 809 521 3925

E-mail: c.meier@codetel.net.do

Ing. Thomas Moens

INIBAP LACNET

c/o CORBANA

Apdo. 390-7210

Guápiles. Costa Rica

Fax: + 506 763 3055

E-mail: investigaciones@corbana.icr.co.cr

Ing. José Orozco

INIFAP

Apartado 88 C.P. 28100

Campo Exp. Tecomán

Km. 34.5 Carret. Colima-Manz

Tecomán, Colima, México

Fax: + 52 332 43082

E-mail: tecoman@cirpac.inifap.conacyt.mx

Dr. Ronald Romero

Chiquita Brands

Box 217 - 1150

La Uruca

San José. Costa Rica

Fax: + 506 223 05 11

E-mail: rromero@chiquita.com

Dr. Franklin E. Rosales**Ing. Sébastien Tripon**

INIBAP LACNET

CATIE

Apdo.60 -7170

Turrialba, Costa Rica

Fax: + 506 556 24 31

E-mail: inibap@catie.ac.cr

stripon@catie.ac.cr

Dr. Phil Rowe

FHIA

P.O. Box 2067

San Pedro Sula, Honduras

Fax: + 504 668 20 78

E-mail: dinvest@simon.intertel.hn

Dr. Jean Louis Sarah

CIRAD-AMIS

Avenue Agropolis

BP 5035

34032 Montpellier Cedex 1

France

Fax: + 33 4 67 61 55 81

E-mail: Jean-Louis.sarah@cirad.fr

Ing. Eric Sauvé

IDRC

250 Albert Street

P.O. Box 8500

Ottawa

Canada

E-mail: ericsauve@hotmail.com

Dr. Masaki Shintani**Dr. Panfilo Tabora**

EARTH

Apdo. 4442 – 1000

San José

Costa Rica

Fax.: + 506 255 27 26

E-mail: mshintan@ns.earth.ac.cr

ptabora@ns.earth.ac.cr

Ing. Gabriela Soto

ANAO

CIA – UCR

Apdo. 132-2020

Centro Postal

San José

Costa Rica

Fax: + 506 224 0911

E-mail: gsoto@cariari.ucr.ac.cr

(FIN DEL LIBRO)