

## INFORME FINAL DEL PROYECTO

**2013 - 2014**

1. Actualización de Datos Básicos			
Título completo	Difusión de innovaciones tecnológicas exitosas en plátano, para el manejo ecoeficiente del cultivo en Colombia, Ecuador y Venezuela.		
Número del Convenio	FTG/RF-9004-RG	Fecha de firma del Convenio	03/Julio/2013
Número del Proyecto	FTG/RF-9004-RG	Fecha de firma del Proyecto	03/Julio/2013
		Fecha Inicio Proyecto	03/Julio/2013
		Fecha 1er desembolso	07/Octubre/2013
Fecha Plazo Ejecución Original	03/Julio/2014	Fecha Plazo Último Desembolso Original	03/Julio/2014
Fecha Plazo Ejecución Actualizada (si existe prórroga)		Fecha Plazo Último Desembolso Actualizada (si existe prórroga)	N/A
<b>Consortio</b>			
	Ejecutor Líder		
Institución	Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT		
Dirección	Km 17 Recta Cali-Palmira		
País	Colombia		
Investigador Líder	Elizabeth Álvarez		
Teléfono	57-24450100		
Fax	57-24450073		
Email	<a href="mailto:ealvarez@cqi-ar.org">ealvarez@cqi-ar.org</a>		
Administrador	Victoria Eugenia Ramírez		
Teléfono	57-24450100		
Email	<a href="mailto:veramirez@cqi-ar.org">veramirez@cqi-ar.org</a>		
<b>PRESENTACIÓN DE INFORMES (No se refiere al informe de seguimiento técnico)</b>			
	Fecha de entrega según contrato	Entrega realizada?	Fecha actual de entrega
Informe técnico	01/Octubre/2014	No	
Informe financiero	01/Octubre/2014	No	

## A. Resumen ejecutivo

### Objetivo 1. Evaluar el grado de adopción de tecnologías y los impactos sociales, económicos y ambientales generados con el proyecto de FONTAGRO.

Meta	Metodología	Productos
Capacidad productiva de cámaras térmicas.	<p>CIAT y FEDEPLÁTANO diseñaron una estructura de cubierta plástica con sistema automatizado, para la propagación masiva de semilla de plátano.</p> <p>Técnicos de Colombia, Ecuador, Venezuela, El Salvador, Costa Rica y Brasil se han capacitado en Colombia para implementar la tecnología de propagación mediante cámaras térmicas en sus países, mostrando nuevos alcances del proyecto ya desarrollado, lo cual permite beneficiar mayor número de productores en la región de América Latina y el Caribe.</p>	<p>- Ocho cámaras térmicas instaladas y funcionando para la propagación masiva de semilla limpia de plátano y banano.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Seis en Colombia: CIAT (Palmira), UCaldas (Caldas), Chinchiná (Caldas), La Tebaida (Quindío) y Granada (Meta). Se relacionan sus coordenadas y ubicación en el mapa.</li> <li>Dos en Ecuador, en la Universidad Técnica de Manabí.</li> </ul>
Calidad fitosanitaria del material de siembra producido en cámaras térmicas.	Métodos de detección de fitopatógenos han sido divulgados a diferentes entidades involucradas en la certificación de semilla. Los técnicos del Instituto Colombiano Agropecuario ICA se capacitan anualmente en diagnóstico de <i>R. solanacearum</i> y calidad fitosanitaria del material de siembra.	<p>- Un método de PCR en tiempo real para la detección directa de <i>R. solanacearum</i> en plántulas de vivero, articulado al sistema de certificación de semilla, de acuerdo a la normativa del ICA (resolución 3180 del 26 agosto de 2013).</p> <p>- Un método para diagnóstico de nematodos fitoparásitos desarrollado y aplicado en la Universidad de Caldas.</p>
Comportamiento agronómico del material de siembra producido en cámaras térmicas.	Seguimiento fitosanitario y productivo de los predios sembrados con semillas provenientes de cámaras térmicas.	- Un reporte técnico de seguimiento al estado fitosanitario y productivo en cultivos de plátano.
Diversificación del sistema productivo de musáceas.	Seguimiento fitosanitario y productivo de híbridos de plátano.	- Un informe de registro fitosanitario de híbridos tolerantes a Sigatoka y a Moko sembrados en campo. (Anexo_6).
Geo-posicionamiento de áreas.	Estimativo geográfico de los lugares donde se han implementado las tecnologías y resultados del proyecto de plátano financiado por FONTAGRO.	- Un mapa de ubicación geográfica de sitios con cámaras térmicas, áreas sembradas con semilla producida en cámara térmica y sembradas con materiales tolerantes a enfermedades, sitios de producción y uso de biolixiviados.

### Objetivo 2. Masificar las adopciones tecnológicas en plátano, para el mejoramiento de la sanidad y competitividad de la cadena productiva del plátano en Colombia, Ecuador y Venezuela.

Meta	Metodología	Productos
Protocolo de producción de lixiviados.	Mediante la edición y publicación de un folleto se ha difundido de forma impresa y virtualmente a profesionales, técnicos y agricultores de la región de América Latina y el Caribe la metodología para la obtención de lixiviado a partir del aprovechamiento de residuos de cosecha del cultivo de musáceas.	- Un folleto publicado y divulgado de forma impresa y electrónicamente en internet.
Libro sobre producción de plántulas en cámara térmica.	Mediante la edición y publicación de un libro técnico sobre las especificaciones de la cámara térmica y el protocolo de producción masiva de semilla limpia.	- Un libro técnico publicado y divulgado en internet.
Publicación de artículos científicos.	Mediante la publicación de información científica relevante resultado del proyecto, relacionada con el manejo de los principales problemas fitosanitarios de musáceas en América Latina y el Caribe.	<p>- Un artículo publicado en revista nacional.</p> <p>- Un resumen publicado en revista internacional</p> <p>- Dos resúmenes publicados en memorias de evento regional.</p>

<p>Participación en eventos</p>	<p>Mediante la divulgación de resultados del proyecto, participando con ponencias y posters durante los siguientes eventos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- II Congreso Latinoamericano y del Caribe de Plátano y Banano, cuyo marco temático fue: "<i>Sistemas de producción Inteligentes, innovaciones tecnológicas para la producción sostenible y adaptación al cambio climático</i>".</li> <li>- Curso Internacional organizado por Bioversity, cuyo marco temático fue: "Herramientas y desafíos para la producción a gran escala de semilla limpia en cultivos claves para la seguridad alimentaria: banano, plátano, raíces y tubérculos".</li> <li>- Reunión anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe (APS-CD) en conjunto con la reunión anual de la Caribbean Food Crops Society (CFCS), cuyo marco temático fue: "<i>Enhancing Family Farms through Sustainable Energy, Research and Technology</i>".</li> <li>- III Convención Internacional Agrodesarrollo (Cuba, Octubre de 2014), cuyo marco temático será: "<i>Por una agricultura familiar sostenible</i>"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una conferencia magistral sobre Moko: Situación actual y estrategias para su manejo en Colombia.</li> <li>- Se obtuvo un reconocimiento de la Red MUSALAC por los aportes en investigación, formación de capacidades y desarrollo de musáceas en la región ALC.</li> <li>- Un poster sobre: Evaluación de lixiviados para el manejo de la Sigatoka negra.</li> <li>- Un poster sobre: Lixiviados de raquis como opción estratégica para el manejo de Moko del plátano.</li> <li>- Una conferencia magistral sobre: Macro-propagación: Uso de cámaras térmicas en la producción masiva de semilla de Musáceas.</li> <li>- Una presentación oral sobre: "Reacción de híbridos y cultivares de musáceas a la inoculación con aislamientos colombianos de <i>Mycosphaerella fijiensis</i>", la cual recibió el premio (primer puesto) por la APS-CD, como mejor trabajo.</li> <li>- Un resumen de investigación aceptado para presentación oral.</li> </ul>
<p>Medios de divulgación</p>	<p>Información detallada sobre la construcción y operación de la cámara térmica automatizada para la producción de semilla limpia.</p> <p>Video de divulgación en internet sobre adopción tecnológica de cámara térmica para la producción de semilla certificada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un documento técnico (Anexo_1).</li> <li>- Un video de divulgación en medio local.</li> </ul>
<p>Días de campo, giras con productores y técnicos.</p>	<p>Mediante el desarrollo de eventos de capacitación y transferencia de tecnología sobre producción de semilla limpia, uso de lixiviados y manejo de enfermedades de plátano y banano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un día de campo con productores, técnicos, estudiantes y expertos en musáceas.</li> <li>- Capacitación y actualización sobre manejo de Moko en plátano, orientado a técnicos del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.</li> <li>- Capacitación de investigador de EMBRAPA (Brasil).</li> <li>- Capacitaciones de estudiantes y profesores de Agronomía.</li> </ul>



El diseño de la cámara térmica (ver Anexo\_1) ha sido ajustado por cada productor, acorde a la disponibilidad de materiales para su construcción, tales como metal, madera o guadua (Figura 2), sin embargo, las condiciones al interior de la cámara térmica son similares, manteniendo un adecuado régimen térmico que facilite la propagación masiva y limpia de la semilla.

Adicionalmente, algunas de las cámaras cuentan con sistema de automatización que permite controlar las condiciones de temperatura, riego y fertilización al interior de la cámara, mediante un Programador Lógico Controlable PLC, siguiendo los parámetros descritos en el Anexo\_1. Una de las cámaras térmicas de mayor impacto fue recientemente construida en Colombia, con un área de 300 m<sup>2</sup>, la cual está destinada a la producción de semilla limpia para la principal zona con pequeños y medianos productores de plátano en el centro de Colombia.

De otro lado, ésta tecnología también fue implementada en la zona frutícola de los llanos orientales en Colombia, la cual abastece gran parte del mercado interno de plátano en el centro del país. En el municipio de Granada (Meta-Colombia) se está propagando material de siembra de las variedades cultivadas de Hartón y Hartón enano, empleada por pequeños y medianos productores de la zona.



**Figura 2.** Cámaras térmicas construidas y adaptadas por los productores, en materiales como metal, madera o guadua.

En Ecuador en trabajos colaborativos del Programa de Banano y Plátano del INIAP y la Universidad Técnica de Manabí, se evaluaron dos cámaras térmicas para macropropagación intensiva del banano cv. "Williams" (*Musa* AAA Simmonds), usando biorreguladores.

#### **CAPACIDAD PRODUCTIVA Y CALIDAD FITOSANITARIA DEL MATERIAL DE SIEMBRA PRODUCIDO EN CÁMARA TÉRMICA.**

La macropropagación de plátano en el sistema automatizado y tecnificado de cámara térmica permite la producción de material de siembra uniforme, facilitando la articulación a los programas de certificación de semillas, ya que se facilitan las labores de inspección fitosanitaria, muestreos y diagnósticos fitosanitarios en los viveros. La propagación a partir de cormos provenientes de plantas élites libres de plagas y enfermedades, garantiza la producción de plantas de mejor calidad y sanidad. Anteriormente los cormos destinados para la producción de semilla en campo, movilizaban de una zona a otra gran cantidad de residuos y patógenos como nematodos, picudos, bacterias como *Erwinia* sp. (*Dickeya*) y *Ralstonia solanacearum*; ahora, con la opción tecnológica de producción de semilla con termoterapia, el uso de semilla seleccionada por su calidad y sanidad, y el empleo de sustratos estériles, se ha evitado la movilización de plagas y enfermedades en la semilla propagada.

Tomando en cuenta la información registrada, la estimación productiva anual por unidad de área en cámaras térmicas es de 900 a 1.000 plantas por metro cuadrado. El trabajo conjunto con FEDEPLÁTANO ha permitido mejorar esta tecnología y adaptarla en el centro piloto para la producción regional de semilla, con una cámara de mayor tamaño (300 metros cuadrados) (Figura 3), la cual permitirá aumentar la capacidad productiva, apoyar la generación de mano de obra, la economía familiar y acceso a semilla limpia por parte de los productores.



**Figura 3.** Centro piloto para la producción regional de semillas (Quindío, Colombia).

El impacto económico generado con el uso de la metodología de cámaras térmicas es de una reducción del 47% de costos de semilla, tomando como base el año 2010 y comparando el método tradicional empleado, pasando de un costo de \$ 0.74 USD por corno a \$ 0.42 USD por semilla en bolsa.

En cuanto al impacto ambiental, el uso de las cámaras térmicas en conjunto con sistemas de evaluación fitosanitaria basados en métodos tradicionales u otros métodos moleculares como PCR en tiempo real (Álvarez y Gómez, 2010) (Anexo\_2), ha permitido descartar la presencia de microorganismos fitopatógenos y plagas en el material de siembra, disminuyendo el uso de desinfectantes de semilla y agroquímicos para el manejo de los problemas fitosanitarios en el campo. La estimación de costos de manejo en campo es variable y depende de los sistemas productivos empleados y de la cantidad del inóculo inicial en el material de siembra. En vivero, el uso de cámaras térmicas ha reducido en 90% el uso de desinfectantes, tales como: Formaldehído (Formol), Clorpirifos, Carbofuran, Dazomet, Aldicarb, entre otros; lo cual también se ve reflejado en el impacto económico por la reducción de aplicaciones, es de resaltar algunos de ellos son de alto impacto negativo para el medio ambiente y la salud humana.

#### **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE MATERIAL DE SIEMBRA PRODUCIDO EN CÁMARA TÉRMICA.**

Se hizo evaluación en tres predios sensores en dos zonas productivas en Colombia (Eje Cafetero Central y Llanos Orientales) sobre las características agronómicas y fitosanitarias del material de siembra de plátano producido en cámaras térmicas.

En el primer predio, un área de cultivo de dos hectáreas fue sembrada con plantas de plátano cv. Hartón propagadas en cámara térmica, producidas *in vitro* o colinos de propagación convencional (colino tipo aguja) (Figura 4).

Los resultados indicaron las siguientes ventajas con el uso de material de siembra propagado en cámara térmica, en comparación con los otros dos sistemas: mejor adaptabilidad de la semilla (pos-trasplante), precocidad en el primer ciclo (1.5 meses) para llegar a floración y cosecha, se evita la resiembra ya que no se pierden plantas en campo, mejor desarrollo de raíces y anclaje (la semilla va con un desarrollo radical abundante), inicia más rápido la producción de colinos y presenta mayor desarrollo en cuanto al diámetro del seudotallo y por último la sanidad certificada de la semilla.

En palabras del mismo productor, se resaltan las siguientes ventajas en el uso de semilla de cámara térmica:

... "la principal ventaja es la sanidad. El material viene sin Moko. Presenta raíces muy sanas. No tiene pérdidas después de sembrada en campo y se evita la resiembra. Presenta mejor anclaje en campo. Se acorta el primer ciclo del cultivo en 1.5 meses. Inicia más rápido la producción de colinos, en comparación con las siembras de cormos o la semilla *in vitro*"

(Alejandro Montaña, Productor) (Figura 4B).

El segundo predio, con un área de 11.5 hectáreas y un sistema de producción escalonado (800 plantas cada mes) de plátano cv. Dominico hartón fue establecido únicamente con material de siembra propagado en la cámara térmica (Figura 5).



**Figura 4.** Cultivo establecido con material de siembra de plátano cv. Hartón propagado en cámara térmica, semilla *in vitro* y colinos de propagación convencional.



**Figura 5.** Cultivo establecido con material de siembra de plátano cv. Dominico hartón propagado en cámara térmica.

Como aspectos relevantes se resalta que a pesar de que en dicha finca se habían presentado focos de Moko anteriormente, al sembrar la semilla limpia de la cámara térmica no se ha presentado incidencia de plantas infectadas ya que el material de siembra es el principal medio de diseminación de *R. solanacearum* y al contar con semilla limpia se elimina esta posibilidad, además las plantas producidas en cámara térmica y establecidas posteriormente en vivero, van al campo con un sistema radical sano y protegido con microorganismos antagonistas, sin heridas que faciliten el ingreso de la bacteria a la planta.

Adicionalmente, el agricultor resalta los siguientes aspectos:

... "No se han presentado picudos. La semilla está disponible todo el tiempo para las siembras. No requiere desinfección de la semilla como se hace con los cormos, y en ellos es muy difícil limpiarlos. También he observado que el cultivo llega más rápido a floración y cosecha (dos meses). Por último, durante el crecimiento de esta semilla las plantas muestran rápidamente las deficiencias nutricionales y eso me permite corregirlas a tiempo con los fertilizantes" (Jaime Jaramillo, Productor) (Figura 6).



**Figura 6.** Entrevista realizada a productor de plátano en Armenia - Quindío (Colombia).

El tercer predio, fue sembrado con plátano híbrido FHIA-21 (5.000 plantas) propagadas en cámara térmica en La Tebaida (Quindío - Colombia), como aspectos positivos se resaltan la baja incidencia de virosis (menor al 1%), en comparación con el colino tradicional (que presenta hasta 50% de incidencia o superior). La virosis es una enfermedad muy común en éste híbrido de plátano, especialmente en material propagado *in vitro*. Las plantas afectadas por virosis deben ser removidas del cultivo para evitar la diseminación por insectos, lo cual incurre en gastos económicos de mano de obra y aplicaciones de insecticidas, por lo cual el sistema de propagación de este híbrido en cámaras térmicas disminuye los costos incurridos en el manejo

de la enfermedad.

Además, cuando este híbrido es propagado en cámara térmica, se reduce el período a floración y cosecha hasta en 2 meses. Se resalta la alta calidad fitosanitaria del material, incrementos en producción hasta de dos kilogramos por racimo y mayor producción de hijos en campo (Figura 7).

El productor también hace claridad en los siguientes aspectos:

... "yo produzco mi propia semilla en la cámara térmica, y es evidente que esta sale muy limpia. Este es un sistema novedoso para la producción a gran escala. La semilla es completamente homogénea y producirla bajo termoterapia me asegura que es un sistema exento de patógenos." (Ing. Agrónomo Silverio González, Fedeplátano (Colombia) (Figura 7A).



**Figura 7.** Siembra de plátano híbrido FHIA-21 con semilla propagada en cámara térmica.

... "la cámara térmica es el mejor sistema que puede existir para propagar plátano o banano. Es bueno, bonito y barato. La termoterapia permite producir semilla limpia. Tiene riesgo mínimo de contaminación de fitopatógenos y plagas. Es un sistema que tiene la capacidad de satisfacer la demanda de semilla para siembras nuevas o resiembras." (Francisco Grisales. Ingeniero Agrónomo) (Figura 8).



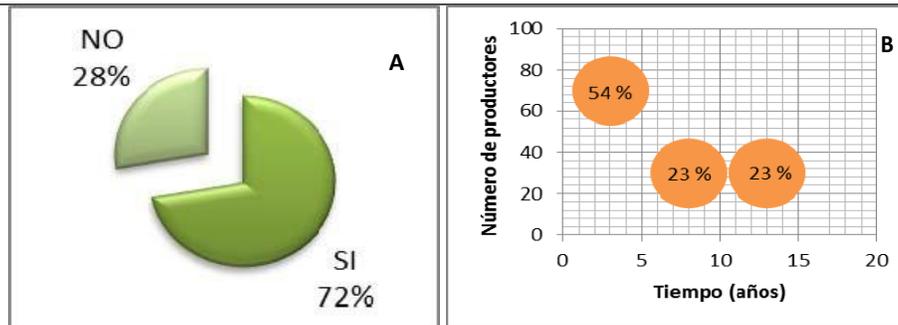
**Figura 8.** Propagación de plátano en cámara térmica.

### USO DE BIOLIXIVIADOS

Después de cosechar el plátano, el raquis (vástago) se convierte en un residuo de cosecha subutilizado, y distribuido de manera dispersa en los puntos de cosecha de la plantación. La utilización de los raquis de plátano para la producción de lixiviado es una forma de aprovechar un residuo del cultivo dentro de un esquema de agricultura limpia y eficiente (eco-eficiente), para el manejo de algunas enfermedades y como suplemento de la fertilización foliar y edáfica (Álvarez *et al.*, 2013) .

Se visitaron los diferentes lugares donde se tenía reportada la producción de lixiviado, se recopiló información mediante encuestas, videos, fotografías y geo-posicionamiento para documentar la experiencia de los productores con la producción y uso de lixivados de raquis de plátano y el crecimiento en la adopción de esta tecnología innovadora.

El 72 % de los agricultores encuestados manifestaron que producen y usan el lixiviado de raquis de plátano (Figura 9A), y de este número el 23% llevan entre 12 y 15 años produciendo lixiviado, el 23% entre 6 y 10 años y el 54% lo están produciendo recientemente (2 a 5 años) (Figura 9B).



**Figura 9. A.** Respuesta de los productores frente al conocimiento de la producción y uso de lixiviados de raquis de plátano. **B.** Tiempo del proceso de producción del lixiviado en los módulos (ramadas), en sus fincas.

En estudios previos donde se ha evaluado el lixiviado de raquis bajo un protocolo de producción, en fincas del Quindío durante 3 años, se ha logrado reducir en 32% la población de *Ralstonia solanacearum*, con las aplicaciones de lixiviado puro al suelo en dosis de 27.000 litros por hectárea.

En aplicaciones aéreas del lixiviado al 20% de concentración, se ha observado mejor desarrollo foliar, donde la planta puede presentar hasta tres hojas sanas al momento de cosecha y con menor severidad de Sigatoka negra. La calidad del lixiviado está determinada por la fertilización del cultivo —que incide en la calidad de los raquis— el protocolo y tiempo de producción, y la fase de curado. El lixiviado maduro (fase de producción superior a un año) tiene mayor contenido mineral, en comparación con un lixiviado nuevo (fase menor a un año). La reducción de Moko y Sigatoka negra se ha observado con el uso del lixiviado maduro (Álvarez *et al.*, 2013).

Los productores resaltan varios aspectos relevantes con el uso de esta tecnología. Desde el punto de vista productivo han obtenido incrementos importantes del rendimiento (kilogramos por racimo), al usar el lixiviado como un fertilizante foliar o edáfico; en el aspecto fitosanitario permite la reducción en el número de aplicaciones para la Sigatoka negra, usando el lixiviado en alternado o en mezcla con los fungicidas de síntesis; y para Moko permite el tratamiento de los focos de la enfermedad y recuperación de estos para futuras resiembras.

En palabras de los productores se recopilan las siguientes experiencias, resaltando las ventajas con la producción y el uso de lixiviados:

... “cuando se hacen aplicaciones en vivero se observa mejor enraizamiento de plántulas, en campo se mejora la nutrición de las plantas y el llenado del racimo se incrementa hasta en 2 kg” (Wilson Colorado, Técnico y Productor. Caldas- Colombia) (Figura 10).



**Figura 10.** Entrevista realizada a técnico y productor de plátano en la Universidad de Caldas (Colombia).

... “llevamos aproximadamente 13 años produciendo y usando el lixiviado de raquis y la experiencia que hemos tenido es que ayuda en la fertilización, reducción de costos de insumos para manejo de Sigatoka, se puede mezclar con fungicidas y sirve para manejar Moko” (Mauricio Montoya. Productor. Quindío - Colombia) (Figura 11).



**Figura 11.** Experiencia del uso de lixiviados reportada por productor de plátano del Eje cafetero (Colombia).

Muchos de los productores que han implementado la tecnología de los lixiviados en sus fincas, confirman las bondades del uso de este bioinsumo y después de obtener resultados positivos para la nutrición, sanidad y productividad del cultivo de plátano, inician las aplicaciones en otros cultivos como yuca, café, frutales, etc (Figura 12, Figura 13 y Figura 14).

... "el lixiviado en plátano me ha funcionado demasiado bien, llevo 6 años usándolo y no lo cambio por nada. También se puede usar como fertilizante foliar en café porque mejora la floración y lo uso en los jardines de mi casa para hacer que florezcan todo el tiempo" (Rosalba Villegas. Agricultora Líder. Quindío- Colombia).



**Figura 12.** Experiencia del uso de lixiviados reportada por productora de plátano del Eje cafetero (Colombia).

... "Mejora la fertilidad de las plantas, reduce la enfermedad de la Sigatoka, incrementa la producción, y se presenta menor estrés cuando hay sequía en esta zona de Colombia" (Luis Ariel Martínez. Productor. Llanos Orientales - Colombia).



**Figura 13.** Experiencia del uso de lixiviados reportada por productor de plátano de los Llanos Orientales (Colombia).

Recientemente, algunos productores líderes han incursionado en la producción del lixiviado a gran escala, enfocándola a obtener un producto estabilizado y que cumpla con todos los estándares para la comercialización en Colombia (Figura 14). La estandarización de la producción del lixiviado ha permitido obtener un producto efectivo para el cultivo de plátano y en pruebas piloto de aplicación sobre otros cultivos, se han observado resultados interesantes.

... "me he dedicado a producir el lixiviado con fines comerciales, semanalmente estamos recibiendo 20 toneladas de raquis para compostar. Con el uso de lixiviados en plátano se aumenta el diámetro de la hoja, el color de esta es verde oscuro, se presenta disminución de Sigatoka, permite la reducción del 50% de aplicaciones de fungicidas, al pasar de 6 a solo 3 por ciclo. En otros cultivos como arroz, yuca y soya, el lixiviado mejora la sanidad de la planta. El principal beneficio que he obtenido del lixiviado es el producto comercial que obtengo, el cual está finalizando el proceso de registro y etiquetado ante el ICA" (Jhon Edison Suárez. Productor. Llanos Orientales- Colombia).



**Figura 14.** Experiencia de la producción, uso y comercialización de los lixiviados reportada por productor de plátano de los Llanos Orientales (Colombia).



**Figura 15.** Secciones de la producción de lixiviado dentro de la empresa.

2. Masificar las adopciones tecnológicas en plátano, para el mejoramiento de la sanidad y competitividad de la cadena productiva del plátano en Colombia, Ecuador y Venezuela.

## PUBLICACIONES.

Los avances de investigación y resultados obtenidos en el proyecto financiado por FONTAGRO, se consolidaron en medios divulgativos impresos y virtualmente, para facilitar y masificar la adopción de resultados en la región de América Latina y el Caribe.

El protocolo para la producción de los lixiviados se publicó mediante un folleto corto y a través de la Oficina Regional de Producción y Protección vegetal de la FAO para América Latina y el Caribe, se ha podido difundir en los países de la región, mediante su divulgación electrónica en: <http://www.fao.org/3/a-as091s.pdf> (Figura 16A, Anexo\_3).



**Figura 16.** Medios divulgativos: **A.** Folleto sobre la producción de lixiviado de raquis de plátano. **B.** Libro técnico sobre la producción de material de siembra limpio.

El uso inadecuado de material de siembra afectado por fitopatógenos ha contribuido a la diseminación de plagas y enfermedades (principalmente Moko) en varios países de América Latina y el Caribe, como México, Honduras, Ecuador, Venezuela, Guyana, Trinidad, Colombia, donde ha devastado cultivos susceptibles. La mejor estrategia de manejo es de tipo preventivo, mediante el uso de semilla certificada, que garantice la calidad varietal y fitosanitaria a través de un sistema de propagación eficiente y estandarizado, que cumpla con las normativas propias para la certificación de semilla y se adapte a los programas de seguimiento fitosanitario por parte de las entidades reguladoras en cada país.

Las especificaciones de la cámara térmica y el protocolo de producción de semilla fueron consolidados en un libro técnico con pautas claras para la producción masiva de semilla limpia (Figura 16B, Anexo\_4). Este también ha sido divulgado a la región, mediante el apoyo de la FAO, con la divulgación en: <http://www.fao.org/docrep/019/as090s/as090s.pdf>

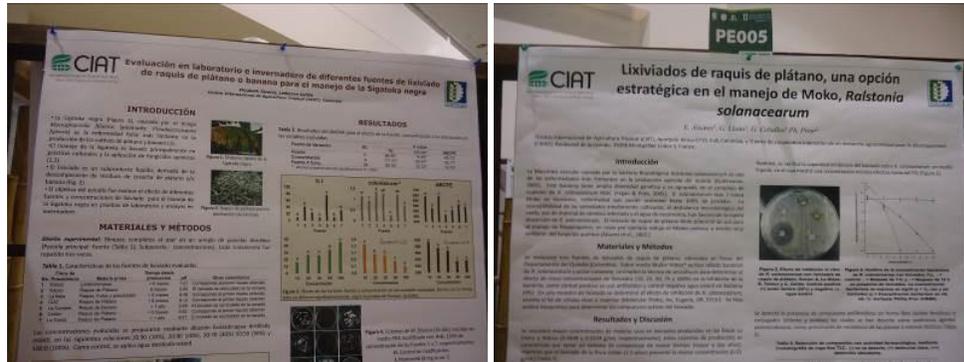
La información relacionada con el manejo de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 causante del Moko en plátano, con microorganismos antagonistas, fue publicada en un artículo científico en la revista Acta Agronómica. Universidad Nacional de Colombia (Anexo\_5). Ceballos G.; Álvarez E.; Bolaños MM. 2014. Reducción de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (*Musa* AAB Simmonds) con aplicación de extractos de *Trichoderma* sp. (Alexopoulos y Mims) y bacterias antagonistas. Acta Agronómica (63)1, 2014. Disponible en: [http://www.revistas.unal.edu.co/ojs/index.php/acta\\_agronomica/article/view/43121/45819](http://www.revistas.unal.edu.co/ojs/index.php/acta_agronomica/article/view/43121/45819)

## PARTICIPACIÓN EN EVENTOS.

Se participó en el II Congreso Latinoamericano y del Caribe de Plátano y Banano (Armenia, Colombia, 2013) con una conferencia magistral sobre las estrategias para el manejo de Moko en Colombia (Figura 17). También, se participó con la presentación de dos posters sobre: Evaluación de lixiviados para el manejo de la Sigatoka negra y como opción estratégica para el manejo de Moko del plátano (Figura 18).



**Figura 17.** Conferencia magistral sobre el Moko en Colombia: situación actual y estrategias para su manejo.



**Figura 18.** Posters sobre evaluación de lixiviados para el manejo de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* y como opción estratégica para el manejo de Moko *Ralstonia solanacearum* en plátano.

Se participó en el Curso Internacional organizado por Bioversity, desarrollado en Costa Rica, cuyo marco temático fue: "Herramientas y desafíos para la producción a gran escala de semilla limpia en cultivos claves para la seguridad alimentaria: banano, plátano, raíces y tubérculos". Se dictó la conferencia magistral Macro-propagación: Uso de cámaras térmicas en la producción masiva de semilla de Musáceas.

Se participó en la reunión anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe (APS-CD) en conjunto con la reunión anual de la Caribbean Food Crops Society (CFCS), cuyo marco temático fue: "Enhancing Family Farms through Sustainable Energy, Research and Technology", mediante la presentación oral de los resultados sobre la evaluación de resistencia de cultivares e híbridos de banano y plátano a la Sigatoka negra (Figura 19).



**Figura 19.** Premio de mejor trabajo recibido durante la reunión anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe (APS-CD)

Se participará en la III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014 "Por una agricultura familiar sostenible" (Cuba, Octubre de 2014), evento que servirá como espacio para la divulgación de información referente a la producción de semilla limpia, mediante el escalamiento tecnológico en la producción masiva y sostenible de semilla limpia de plátano, para

la agricultura familiar.

## MEDIOS DE DIVULGACIÓN.

A través de un medio de comunicación regional se dio a conocer la innovación tecnológica de la cámara térmica instalada y adaptada en el centro piloto para la producción regional de semilla. Mediante el programa de divulgación técnica "ICA comunica", el Instituto Colombiano Agropecuario mostró el trabajo colaborativo que el consorcio conformado a través del desarrollo del proyecto de plátano ha logrado para brindar opciones tecnológicas para la producción de semilla certificada; su acceso es posible a través del siguiente link:  
<https://www.youtube.com/watch?v=oNMzciE3Y8>

Se diseñó una encuesta para la recopilación de información sobre la producción y uso de la semilla propagada en cámaras térmicas, la producción y el uso de lixiviados de raquis de plátano. Se recorrieron las dos principales zonas productoras de plátano en Colombia (Eje cafetero y Llanos Orientales) para evaluar el grado de adopción tecnológica

La información detallada sobre la construcción y operación de la cámara térmica automatizada para la producción de semilla limpia se presenta en un documento técnico, que ilustra paso a paso el montaje, evaluación y estandarización de la cámara térmica, utilizando el prototipo diseñado por CIAT (Anexo\_1).

Por último, Fedeplátano con la participación de productores, técnicos y profesionales involucrados en su federación, y el apoyo de instituciones colaboradoras, inició la construcción de un blog en internet enfocado a la divulgación de la información que el consorcio brinda a sus usuarios; también, sirve como medio de interacción a través de la web para conducir temáticas de discusión en torno al cultivo de plátano y banano. Actualmente se dispone de tres blogs donde se muestra el grupo de trabajo y ejes temáticos de interés como la producción de semilla limpia.

1. <http://fedeplatano-blog.blogspot.com/>
2. <http://semilladeplatano.blogspot.com/>
3. <http://fedeplatano-blog.blogspot.com/2013/09/fedeplatano-blog.blogspot.html>

## DÍAS DE CAMPO, GIRAS TÉCNICAS Y CAPACITACIONES.

Se desarrollaron diferentes eventos de capacitación y transferencia de tecnología sobre producción de semilla limpia, uso de lixiviados y manejo de enfermedades en campo.

Durante el día de campo en el marco del II Congreso Latinoamericano y del Caribe de Plátano y Banano, se compartió la información de producción y usos de lixiviados de raquis, y la producción de semilla limpia en cámaras térmicas (Figura 20). Dicha gira sirvió de escenario para compartir con expertos en musáceas de Colombia y países de América Latina y el Caribe, los adelantos en investigación generada con el proyecto de plátano.



**Figura 20.** Día de campo con productores, técnicos y expertos regionales en musáceas.

Se realizó jornada de capacitación con técnicos y expertos en musáceas del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, para la actualización sobre el manejo de Moko en plátano enfatizando en uso de semilla certificada (producida en cámaras térmicas) (Figura 21).

También se hizo gira de capacitación sobre propagación de semilla limpia y uso de variedades tolerantes a Sigatoka negra y Moko en campo, fortaleciendo los lazos de cooperación con investigadores visitantes de instituciones aliadas como EMBRAPA (Brasil) (Figura 22).



**Figura 21.** Jornada de capacitación a técnicos y expertos en musáceas del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

- Capacitación de investigador de EMBRAPA (Brasil).



**Figura 22.** Jornada de capacitación a investigador visitante de EMBRAPA (Brasil).

Por último, para permitir la continuidad en actividades de transferencia de tecnología que se desarrollarán a futuro, se apoyó el fortalecimiento de un centro piloto para la capacitación en tecnología de cámara térmica y producción de semilla limpia, enfocada ésta estrategia a la continua capacitación y promoción de los resultados del proyecto, entre la comunidad científica (investigadores visitantes) de Colombia y el exterior, comunidad académica (estudiantes y profesores), productores, asociaciones de productores y grupos minoritarios, que visiten el centro y puedan implementar los resultados aprendidos durante días de campo, en sus respectivos sistemas productivos (Figura 23). Este centro se dedica a la producción masiva de variedades de plátano Dominico hartón, hartón, Dominico, FHIA-21 y banano Gross michel, semilla que beneficia actualmente a productores y asociados a la Federación Nacional de Plataneros de Colombia.





**Figura 23.** Jornadas de capacitación a estudiantes, técnicos y expertos en musáceas en el centro piloto de capacitación de Fedeplátano (Colombia).

**Efecto multiplicador e integralidad de las innovaciones generadas y sus impactos.**

Innovaciones	Beneficios
<b>Impactos tecnológicos</b>	
<p><b>Cámaras térmicas para la producción de semilla de plátano.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de producción automatizado y tecnificado.</li> <li>• Tamaño y peso de semilla es uniforme, facilitando la articulación a los programas de certificación y disminuyendo los costos de transporte y el precio de la semilla.</li> <li>• Uso de material élite excluye la presencia de microorganismos fitopatógenos y plagas.</li> <li>• Disponibilidad de material de siembra es constante durante el año.</li> <li>• Sistema radical desarrollado y protegido con microorganismos benéficos.</li> <li>• Mayor capacidad productiva en menor tiempo, antes se producía una semilla por cormo, ahora en cámara térmica se obtienen hasta 12 semillas sanas.</li> <li>• En las semillas sanas ya no se transporta plagas o enfermedades, con el uso de sustratos estériles.</li> <li>• Posibilidades de propagación de nuevas variedades.</li> </ul>
<p><b>Técnicas de diagnóstico.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El diagnóstico con tecnología de PCR en tiempo real para la detección precisa de <i>Ralstonia solanacearum</i>, unido al diagnóstico de nematodos fitoparásitos brindan la confiabilidad de producir semilla certificada.</li> <li>• Reducción en los costos de diagnóstico con las técnicas disponibles.</li> <li>• Actualización del conocimiento de los técnicos de entidades fitosanitarias.</li> <li>• Conocimiento de variabilidad genética de <i>Ralstonia solanacearum</i>, ha conllevado a nuevas normativas y resoluciones fitosanitarias en Colombia.</li> </ul>
<p><b>Uso de semilla certificada.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de los requisitos de calidad física, fitosanitaria, fisiológica y genética de la semilla.</li> <li>• Se ha mejorado el rendimiento en la producción de racimos hasta en 2 kg, con el uso de semilla de mejor calidad varietal y fitosanitaria.</li> <li>• Incrementos notables en la demanda de semilla certificada obligaron al montaje de una cámara térmica de mayor capacidad, pero la demanda sigue en aumento.</li> <li>• Reducción de la incidencia de plagas y enfermedades con el uso de semilla limpia.</li> </ul>
<p><b>Reducción en el uso de agroquímicos.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de 90% en uso de desinfectantes de semilla, como: Formaldehído (Formol), Clorpirifos, Carbofuran, Dazomet, Aldicarb, entre otros; lo cual también se ve reflejado en el impacto económico por la reducción de aplicaciones, algunos de ellos son de alto impacto para el ambiente y la salud.</li> <li>• Reducción en las aplicaciones para el control de Sigatoka negra. En el híbrido FHIA-21 se pueden reducir el 90% o más. En las variedades susceptibles, el lixiviado combinado con los fungicidas tradicionales permite reducir las aplicaciones hasta el 50%.</li> <li>• Posibilidad de acceder a mercados que requieren productos certificados u orgánicos.</li> </ul>
<p><b>Materiales de plátano/ banano seleccionados por su tolerancia a enfermedades.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento de los recursos genéticos.</li> <li>• Opciones tecnológicas con mejores rendimientos y tolerancia a enfermedades.</li> <li>• Producción de fruta de mayor calidad y menor traza de agroquímicos.</li> <li>• Posibilidad de participación en mercados especializados con fruta de mejor calidad.</li> <li>• Opción tecnológica efectiva para la recuperación de áreas devastadas por la enfermedad de Moko.</li> </ul>
<p><b>Conservación y uso del germoplasma.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como ente dinámico del consorcio FEDEPLÁTANO conserva y destina el uso del germoplasma de plátano y banano a la investigación, transferencia de tecnología y suministro de materiales a pequeños productores y grupos minoritarios.</li> <li>• Protección y aprovechamiento de los recursos genéticos nacionales.</li> <li>• La colección es reconocida nacional e internacionalmente por Bioversity.</li> <li>• Preservación de la diversidad genética de plátano y bananos, y aprovechamiento de características favorables para futuros programas de mejoramiento.</li> </ul>

**Producción de lixiviados a partir de residuos de cosecha (raquis).**

- Jaulas de lixiviado evitan la diseminación del Moko en los residuos de cosecha.
- Reciclaje de nutrientes dentro del mismo sistema productivo.
- Aprovechamiento de recursos para producción de insumos usados en la finca.
- Opciones de creación de empresa.

<b><i>Impacto social</i></b>	
<b>Formación y capacitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera más confianza y apoyo de los productores a la investigación, al contar con opciones viables y efectivas para afrontar sus requerimientos tecnológicos.</li> <li>• Se fortalecen capacidades de productores y técnicos para la implementación de las tecnologías generadas.</li> <li>• Se actualiza en el manejo tecnológico del cultivo de plátano.</li> <li>• Se crean espacios de discusión y grupos de interés para nuevos proyectos de inversión.</li> <li>• Pequeños agricultores podrán incursionar a nuevos mercados, por obtener fruta de mejor calidad.</li> <li>• Ante epidemias de enfermedades devastadoras como el Moko, o factores adversos derivados del cambio climático, la colección de germoplasma y el método de propagación masiva pueden ofrecer nuevas variedades de reemplazo y semilla masiva para la recuperación de las áreas pérdidas.</li> </ul>
<b>Sostenibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cultivo de plátano como buena alternativa de vida para más de 400.000 familias que dependen económicamente de estos cultivos en las diferentes regiones de influencia del proyecto</li> <li>• Incremento en los requerimientos de mano de obra, se generan nuevas oportunidades laborales lo cual brinda oportunidades de inclusión de mano de obra familiar.</li> <li>• Requerimiento de nuevos proyectos de inversión en planes de producción de semilla regional.</li> </ul>
<b>Fortalecimiento de consorcio por la conformación de redes de investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se crea confianza, voluntad de operación y se fortalecen los vínculos interinstitucionales.</li> <li>• Se propician los espacios para la apropiación y multiplicación del conocimiento.</li> </ul>
<b><i>Impacto económico</i></b>	
<b>Encadenamiento productivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se conectan los diferentes actores de la cadena productiva, desde la producción y suministro de semillas, productores, asistentes técnicos, comercialización, mercados especializados y consumidores.</li> </ul>
<b>Reducción de costos de producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a semilla de mejor calidad y a bajo costo. El pequeño agricultor puede acceder a semilla más económica (\$ 850 COP).</li> <li>• La siembra de materiales tolerantes, el uso de lixiviados para manejo de Sigatoka y Moko y el uso de cámaras térmicas permiten la reducción en los costos incurridos por el uso de productos químicos, servicios o mano de obra requerida para las labores.</li> <li>• Reducción en costos de transporte de semilla (plantas de menor tamaño y homogéneo).</li> <li>• Uso de genotipos tolerantes generan incremento de la rentabilidad y reducción de costos de producción, por reducción de uso de agroquímicos para el manejo de enfermedades.</li> <li>• Reducción de los costos de producción al disminuir aplicación de fertilizantes de síntesis.</li> </ul>
<b><i>Impacto ambiental</i></b>	
<b>Diversificación del sistema productivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión de nuevas variedades permiten diversificar el sistema productivo.</li> <li>• Reducción de uso de agroquímicos por reducción de incidencia de plagas y enfermedades.</li> <li>• Estabilidad de la unidad productiva que desarrolla una cobertura densa, la cual protege el suelo permanentemente de la erosión.</li> </ul>
<b>Reducción de emisiones y contaminación ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de aplicaciones de fertilizantes de síntesis y su consecuente lixiviación, drenaje y percolación a aguas subterráneas.</li> <li>• Reducción de aplicaciones de fungicidas para controlar Sigatoka, adicionalmente permite la reducción de uso de combustibles fósiles empleados en los equipos de aplicación (avionetas, motores, bombas).</li> <li>• Menor contaminación ambiental y vertimiento de productos químicos a las fuentes de agua.</li> <li>• Menor alteración de los microorganismos del suelo.</li> <li>• Menor exposición de operarios a productos químicos.</li> <li>• Menor contaminación ambiental al emplear bioinsumos.</li> <li>• Reducción de contaminación con raquis en las centrales de abasto y acopio, reutilizando el lixiviado de raquis en la finca, ya que muchos mercados locales todavía comercializan el racimo completo.</li> </ul>



**Evaluación de resultados del proyecto “Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos”, y “Difusión de innovaciones tecnológicas en plátano, para el manejo ecoeficiente del cultivo en Colombia, Ecuador y Venezuela”.**

<b>Tecnología Innovadora</b>	<b>Resultados 2010</b>	<b>Resultados 2014*</b>	<b>Proyecciones 2020</b>
<b>Cámaras térmicas y semilla limpia</b>	Siete cámaras instaladas y operando en Colombia, Ecuador y Venezuela.	Dos cámaras adicionales en Colombia y dos Ecuador. Y al menos 10 cámaras artesanales en El Salvador.	Nuevas cámaras térmicas automatizadas en Colombia y otros países de América Latina y el Caribe; proyectos de inversión en centros regionales de producción de semilla. Adopción de las nuevas tecnologías por parte de los potenciales usuarios.
	Reducción en 25% de los costos de producción de semilla: Mayor rendimiento del área productiva (hasta 85 semillas/m2/mes), menor uso de insumos químicos para desinfección de semilla.	Reducción en 57% de los costos de producción de semilla: Incremento en el rendimiento productivo (90 semillas/m2/mes). Reducción en 90% del uso de productos desinfectantes de semilla.	Incremento de capacidad productiva de cámaras térmicas, uso eficiente del área horizontal y vertical.
	A partir de un cormo sano se pueden producir rápida (ganancia de dos meses) y masivamente hasta siete semillas con igual sanidad, reduciendo hasta en 100% la diseminación de <i>R. solanacearum</i> y nematodos fitoparásitos.	A partir de un cormo (2 a 3 kg) se pueden obtener rápidamente hasta 12 colinos sanos, reduciendo en 100% la diseminación de <i>R. solanacearum</i> , <i>Dickeya (Erwinia) chrysanthemi</i> , nematodos fitoparásitos, picudos; y en campo se presenta menor incidencia de virus.	Incremento en la producción de semilla, al usar nuevas variedades libres de fitopatógenos e insectos.
	Semilla de gran aceptación por su rápido establecimiento en campo, precocidad a primer cosecha (1.5 meses).	Alta aceptación de semilla por su sanidad, homogeneidad, adaptación en campo, precocidad (hasta en 2 meses), desarrollo radical, producción de colinos y rendimiento. Los requerimientos de semilla certificada van en aumento.	Los requerimientos constantes de semilla son aportados mediante la tecnología de cámaras térmicas y su incremento productivo.
<b>Germoplasma y variedades tolerantes</b>	Conservación de 152 accesiones de musáceas en la colección de germoplasma de altitud (1.420 msnm) en el Centro de Excelencia del Plátano en Colombia, un ente dinámico de capacitación y facilidad de acceso para productores y la academia.	161 accesiones conservadas en la estación de Fedepalato (1.420 msnm), constituye la segunda colección oficial de Colombia y cuenta con el reconocimiento de Bioversity internacional. <a href="https://sites.google.com/a/cgexchange.org/musanet/musa-collections/collections-in-the-americas/colombia---fedepalato">https://sites.google.com/a/cgexchange.org/musanet/musa-collections/collections-in-the-americas/colombia---fedepalato</a>	Conservación del germoplasma y utilización con fines comerciales, industriales y científicos. Potencialidad productiva y agroindustrial de nuevos materiales.
	En invernadero se identificaron seis genotipos (plátano y banano) con características de resistencia parcial a Sigatoka negra <i>M. fijiensis</i> (Cuéllar <i>et al.</i> , 2011).	En invernadero se identificaron 16 genotipos (plátano y banano) con características de resistencia parcial a Sigatoka negra <i>M. fijiensis</i> (Gañán, 2014), y 2 genotipos tolerantes a Moko <i>R. solanacearum</i> . En campo se han establecido y evaluado dos variedades	Recuperación de áreas devastadas por la enfermedad de Moko y diversificación de los sistemas producción con genotipos tolerantes. Selección de nuevos materiales tolerantes,

		de plátano tolerantes a Sigatoka negra y a Moko; una de las cuales presenta excelentes resultados en cuanto a producción (200% superior), sin aplicaciones para Sigatoka negra, presenta baja incidencia de Moko (menor al 1%, en comparación con el cv. Dominico hartón.	con alta producción y aceptación en los mercados.
<b>Bioinsumos</b>	<p>Lixiviado de raquis de plátano con efecto biofungicida, biobactericida y biofertilizante: Extractos vegetales de <i>Tagetes patula</i> y <i>Furcraera macrophylla</i> con efecto fungicida para Sigatoka negra.</p> <p>100 ramadas para producción de lixiviado en Colombia, 21 en Ecuador y 4 en Venezuela.</p> <p>El uso de biolixiviados permitió un incremento en 16 % del rendimiento del cultivo y una reducción de 30% de los costos totales de manejo de la Sigatoka, permitiendo además una recuperación y reciclaje de nutrientes dentro del sistema productivo.</p> <p>En parcelas experimentales, empleando biolixiviado, materia orgánica y agentes de control biológico se ha logrado la reducción de la incidencia del Moko hasta en 89% (Álvarez <i>et al.</i>, 2011).</p>	<p>Lixiviado de raquis de plátano una estrategia para el manejo integrado de la Sigatoka negra, Moko y como complemento de la fertilidad del cultivo. Se determina que el efecto de lixiviado depende del tiempo de maduración y la materia prima, la cual debe ser raquis.</p> <p>Un montaje estandarizado y enfocado a la producción comercial del lixiviado con enfoque empresarial. La producción de lixiviado ha incorporado el uso de raquis de genotipos de plátano tolerantes a Moko y Sigatoka negra.</p> <p>Reducción hasta del 50% en las aplicaciones de fungicidas para el control de Sigatoka negra en las variedades hartón y Dominico hartón, con el uso de lixiviado en combinación con los fungicidas tradicionales.</p> <p>Inicia la evaluación del lixiviado producido a partir de raquis del híbrido tolerante a Moko.</p>	<p>Lixiviado de raquis de plátano como producto estabilizado y estandarizado con efecto multipropósito en el manejo integrado del cultivo de plátano. Nuevos extractos vegetales empleados en el manejo de la Sigatoka.</p> <p>Nuevas instalaciones industrializadas para la producción de lixiviado en las principales regiones productoras de plátano en América Latina y el Caribe.</p> <p>Hasta el 50% de reducción de aplicaciones de fungicidas al usar lixiviados.</p> <p>Recuperación de áreas afectadas por Moko, empleando también lixiviados del híbrido tolerante a Moko.</p>
<b>Diagnóstico</b>	<p>Fortalecimiento de capacidades de productores, técnicos y profesionales en el diagnóstico de Moko en campo.</p> <p>Técnica de diagnóstico molecular de <i>R. solanacearum</i> con PCR en tiempo real.</p> <p>Un método para diagnóstico de nematodos fitoparásitos desarrollado y aplicado en la Universidad de Caldas.</p>	<p>Fortalecimiento continuo de capacidades para diagnóstico de Moko en campo. Diagnóstico de enfermedades emergentes como Mal de Panamá y Elefantiasis.</p> <p>Detección altamente sensible de <i>R. solanacearum</i> en laboratorio.</p>	<p>Diseño, evaluación y estandarización de prototipo de kit para diagnóstico múltiple de fitopatógenos en laboratorio y campo.</p>
<b>Medios de divulgación</b>	<p><b>Audiovisuales</b></p> <p>- Un video sobre construcción de ramada para producción de lixiviado.</p> <p>- Un multimedia sobre diseño y construcción de cámara térmica para la producción de</p>	<p>- Un mapa de ubicación geográfica de cámaras térmicas, ramadas de lixiviado, áreas sembradas con semilla de cámara térmica y áreas que usan lixiviados de raquis.</p>	<p>Nuevos reportes de sistemas productivos con las adopciones tecnológicas de cámaras térmicas, áreas sembradas con material de siembra limpio, producción y</p>

semilla limpia.		uso de lixiviado.
<b>Medios de divulgación científica</b> - 11 artículos científicos publicados. - Nueve tesis de pregrado. - Tres tesis de maestría. - Tres ponencias en congreso.	- Un artículo científico publicado. - Tres resúmenes científicos publicados. - Una tesis de pregrado. - Dos conferencias magistrales. - Una presentación oral en congreso internacional. - Un resumen aceptado para presentación oral.	
<b>Medios de divulgación técnica</b> - Dos posters. - Dos folletos.	- Un folleto sobre protocolo de producción de lixiviados. - Un libro técnico sobre producción de semilla en cámara térmica. - Dos posters.	
<b>Premios y reconocimientos</b> - Cinco premios de reconocimiento.	- Dos reconocimientos.	
<b>Cursos / capacitaciones</b> - Un curso de capacitación de técnicos. - Cuatro jornadas de capacitación con productores y técnicos.	- Dos jornadas de capacitación con técnicos y estudiantes. - Un día de campo con técnicos y estudiantes de agronomía.	
<b>Días de campo</b> - Dos talleres de transferencia de tecnología. - Tres días de campo.	- Un día de campo con productores, técnicos y expertos en musáceas.	
<b>Conformación de centros de capacitación y transferencia de tecnología</b> - Fortalecimiento del Centro de Excelencia en Plátano (Fedeplátano).	- Apoyo al centro piloto de capacitación de Fedeplátano.	

\*/. Resultados reportados como adicionales a los obtenidos en el 2010.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Álvarez E; Pantoja A; Ceballos G; Gañán L. 2013. Producción de lixiviado de raquis de plátano en el Eje Cafetero de Colombia [folleto]. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cali, Colombia.
- Álvarez E; Bolaños M; Asakawa N; Ceballos G; Gañán L; González S. 2011. Opciones eco-eficientes para la sostenibilidad del cultivo de plátano en Colombia. Boletín Musalac 2(3):2-4. Bioversity International, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Disponible en: [www.musalac.org/files/Boletin-MUSALAC-V2-N3.pdf](http://www.musalac.org/files/Boletin-MUSALAC-V2-N3.pdf)
- Álvarez E; Gómez E. 2010. Informe final del proyecto de investigación: Detección de *Ralstonia solanacearum* agente causante del Moko de musáceas en tejido, mediante PCR en tiempo real (qPCR). Colciencias. Bogotá Colombia.
- Aguilar M; Reyes G; Acuña M. 2004. Guía técnica No. 1: Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa spp.*). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Canchignia F; Ramos L. 2004. Micropropagación de plátano variedad Barraganete. Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Ceballos G; Álvarez E; Bolaños MM. 2014. Reducción de poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (*Musa AAB Simmonds*) con aplicación de extractos de *Trichoderma* sp. (Alexopoulos y Mims) y bacterias antagonistas. Acta agronómica (63)1, 2014.
- Cuéllar A; Álvarez E; Castaño-Zapata J. 2011. Evaluación de resistencia de genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín 64(1):5853-5865.
- Gañán L; Aristizábal N; Álvarez E. *In press*. Reaction of *Musa* hybrids and cultivars to Colombian isolates of *Mycosphaerella fijiensis*. *Phytopathology*.
- Martins O. 2000. Polymerase chain reaction in the diagnosis of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.* Tesis Facultad de Ciencias Agrícolas. Georg-August University, Göttingen, Alemania. 127 p.