

INFORME FINAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

2007 - 2010

1. Actualización de Datos Básicos					
Título completo	Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos				
Número del Convenio			Fecha de firma del Convenio	22/mayo/2007	
Número del Proyecto	FTG-0605		Fecha de firma del Proyecto	22/mayo/2007	
			Fecha Inicio Proyecto	22/mayo/2007	
			Fecha 1er desembolso	8/junio/2007	
Fecha Plazo Ejecución Original	21/mayo/2010		Fecha Plazo Último Desembolso Original		
Fecha Plazo Ejecución Actualizada (si existe prórroga)			Fecha Plazo Último Desembolso Actualizada (si existe prórroga)		
Consortio					
	Ejecutor Líder	Co-ejecutor 1	Co-ejecutor 2	Co-ejecutor 3	Co-ejecutor 4
Institución	CIAT	INIA	INIAP	ESPOL	FEDEPLÁTANO
Dirección	Km 17 Recta Cali-Palmira	Av. Universidad, esquina El Chorro, Torre MCT (antigua Torre BANESCO), piso 8, La Hoyada, Caracas	Avs. Eloy Alfaro No. 30-350 y Amazonas Edificio del MAG Piso 4, Quito	Campus Gustavo Galindo vía Perimetral Km 30,5 vía Perimetral, Guayaquil, Guayas	Calle 14 No. 10-14, La Tebaida, Quindío
País	Colombia	Venezuela	Ecuador	Ecuador	Colombia
Investigador Líder	Elizabeth Álvarez	Elena Isabel Medina	Saúl Mestanza Solano	Esther Liliana Peralta	Silverio González
Teléfono	57-24450100	58-2432471066	59-342293503, 59-342286774	59-3 42269610; 59-3 42269781	57-67542155
Fax	57-24450073	58-2432454320	59-342285011	59-34285 0747	
Email	ealvarez@cgiar.org	emedina@inia.gob.ve	smestanza@iniap-ecuador.gov.ec	estherlilia@gmail.com	silveriogonzalez2003@yahoo.es
Administrador	Victoria Eugenia Ramírez				
Teléfono	57-24450100				
Email	veramirez@cgiar.org				
PRESENTACIÓN DE INFORMES ANUALES Y FINALES <i>(No se refiere al informe de seguimiento técnico)</i>					
		Fecha de entrega según contrato	Entrega realizada?	Fecha actual de entrega	
	1er Informe Técnico Anual	21/mayo/2008	Si	24/junio/2008	
	1er Informe Financiero Anual	21/mayo/2008	Si	24/junio/2008	
	2º Informe Técnico Anual	21/mayo/2009	Si	18/junio/2009	
	2º Informe Financiero Anual	21/mayo/2009	Si	18/junio/2009	
	3º Informe Técnico Anual	21/mayo/2010	Si	15/junio/2010	
	3º Informe Financiero Anual	21/mayo/2010	Si	15/Junio/2010	
	Informe técnico final	Agosto /2010	Si	31/Agosto/2010	
	Informe financiero final	Agosto /2010			

A. Resumen ejecutivo

Objetivo 1. Desarrollar e implementar la producción rápida y limpia de colinos de plátano

Meta	Metodología	Productos
Instalación y operación de cámaras térmicas	Fedeplátano y CIAT diseñaron una estructura de cubierta plástica con sistema automatizado, para la propagación masiva de semilla de plátano y la realización de estudios a cerca de la limpieza de semilla de plátano, en cuanto a picudos, nematodos y <i>Ralstonia solanacearum</i> . Técnicos de Ecuador y Venezuela se capacitaron para implementarla en dichos países.	Cámaras instaladas y operando: - 2 en CIBE – ESPOL y 2 en El Empalme y Bucay (Provincia del Guayas) Ecuador - 1 cámara en planta sede del INIA Yaracuy y 1 en finca de productor Venezuela . - 4 cámaras en: CIAT, U. Caldas, Chinchiná y La Tebaida. Colombia
Disponibilidad de semilla para productores	Evaluación de métodos y productos para la inducción de brotes, que permitiera incrementar la producción de semilla limpia; esta semilla ha sido suministrada principalmente a asociaciones de pequeños y medianos productores.	- 1 Producto orgánico (BIOL) efectivo para inducir mayor número de brotes. Úrea incrementa producción de brotes 4-5 brotes/Cormo. Ecuador - Una Asociación de productores propagando semilla Asociación Civil Macagua-Jurimiquire. Venezuela - 1 Sistema de propagación masiva de semilla limpia, que beneficia a productores del Quindío, Caldas, Risaralda, Valle y Cauca. Colombia
Análisis de plantas madres y plántulas para presencia de patógenos	Semillas de plátano afectadas por picudos, nematodos y <i>R. solanacearum</i> fueron expuestas en condiciones de cámara térmica	-1 Estudio de limpieza de semilla con picudos en cámara térmica. Ecuador -1 Método de diagnóstico desarrollado para <i>R. solanacearum</i> y <i>Erwinia</i> sp. (CIAT), y 1 para nematodos y picudos (U. de Caldas). Colombia
Multiplicación de 5 genotipos comerciales	Propagación masiva de genotipos comerciales, para abastecer la demanda de semilla limpia	- 2 Genotipos en multiplicación: Variedad Barraganete (Provincia del Guayas) y variedad Dominico (Provincia de Manabí) Ecuador . - 5 Genotipos comerciales en multiplicación: Plátano Hartón, Cambur manzano, Yagambi km5, FHIA02, FHIA03 en INIA Yaracuy (Asociación Macagua Jumiriquire) Venezuela . - 5 Genotipos comerciales en multiplicación: Dominico, Dominico Hartón, Hartón, Gross michel, Gross michel coco. (La Tebaida y Chinchiná) Colombia .

Objetivo 2. Implementar, mediante participación de agricultores, investigadores y empresarios, el uso del lixiviado de compost de residuos de cosecha y otras prácticas ecológicas, en el control de Sigatoka y Moko, bajo diferentes sistemas de producción

Meta	Metodología	Productos
Construcción de ramadas para producción del lixiviado en 3 fincas en cada país	Mediante un video realizado por Fedeplátano y CIAT, se difundió en Ecuador, Venezuela y Colombia la metodología de construcción de un sistema artesanal para la obtención del lixiviado, el cual es generado a partir del compostaje de residuos de cosecha (raquis, seudotallos u hojas) del plátano. Técnicos y agricultores de los tres países se han capacitado en la construcción de la ramada, logrando hacer adaptaciones y modificaciones. Se han podido hacer desde estructuras sencillas en canecas plásticas, en pisos de concreto, estructuras cerradas en concreto, hasta la adaptación de campanas para la extracción de gases del lixiviado	- 1 cama recolectora (Lorenzo de Garaicoa, provincia del Guayas). - 1 Sistema abierto en estructura plana y 1 cerrado en contenedor plástico. E. E Boliche, Granja Experimental de la ULEAM. - 18 estructuras más construidas en fincas de productores (Ecuador). - 2 Sistemas en tanques plásticos de 1.500 Litros de capacidad, para producción de lixiviado de hojas y seudotallos. INIA San Felipe. - 2 Ramadas: Veroes y Yaracuy, Venezuela -1 Protocolo y 1 video sobre construcción de la ramada y pasos importantes para producir un buen lixiviado. - Más de 100 ramadas artesanales en Cauca, Valle, Eje Cafetero, Meta, Urabá y Cesar. - 5 ramadas semi-industriales en Quindío. - 1 nueva ramada para estandarizar producción de lixiviado y su uso en manejo Sigatoka negra (Calarcá). Colombia

Uso del lixiviado en 3 fincas	El lixiviado obtenido del compost de residuos de cosecha se empleó en aspersiones foliares o aplicaciones al suelo, para ser evaluado su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como también en el manejo de enfermedades como Moko y Sigatoka negra	-1 estudio sobre producción de lixiviado con Microorganismos Eficientes EM, se acelera el compostaje y enriquecer el lixiviado con metabolitos secundarios. - 1 Ensayo de aplicación edáfica en la variedad Williams, se originaron plantas más vigorosas y con bajos niveles de severidad de la Sigatoka negra. -1 estudio sobre aplicaciones para Sigatoka negra en finca de productor (Provincia del Guayas). Ecuador - 1 Estudio sobre el efecto fungicida del lixiviado en plátano y otros cultivos de la zona. Venezuela - 2 ensayos de aplicaciones foliares en (2 fincas: Fuente de oro y El Castillo- Meta). - 3 fincas (Quindío) aplicando lixiviado para manejo de Sigatoka. - 4 fincas (Quindío) aplicando lixiviado y otros métodos para manejo del Moko. Colombia
Participación de empresas productoras de bioinsumos	Sanoplant, Ecoflora, Safer, Natural Control, LST Live Systems Technology	- 1 empresa productora de bioinsumos en conformación, orientada a la producción y comercialización de lixiviado (Provincia del Guayas) Ecuador - 5 empresas informadas sobre la producción y usos del lixiviado (Sanoplant, Safer, Natural Control, Live Systems Technology LST, Ecoflora) estas empresas apoyaron con bioinsumos para los estudios de antagonismo y control biológico. -2 empresas evaluando el lixiviado (Safer, Natural Control). - 1 empresa <u>Agrícola la Española</u> produciendo y comercializando lixiviado. Colombia
Prácticas innovativas, efectivas y ecológicas para manejo de moko y sigatoka negra en 3 países	Se emplearon lixiviados, productos naturales y extractos vegetales para realizar ensayos de laboratorio, invernadero y campo en el manejo de la Sigatoka negra y moko. Previamente se realizó aislamiento e identificación de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> (agente causante de la Sigatoka negra) y <i>R. solanacearum</i> (causante del moko), las cepas empleadas hacen parte de la colección del CIAT.	<u>Para Sigatoka negra</u> - 1 estudio con lixiviados definió concentraciones efectivas para inhibir <i>M. fijiensis in vitro</i> . Ecuador <u>Para Sigatoka negra</u> - 1 estudio definió concentraciones efectivas de los lixiviados y el extracto de fique (<i>Furcraea macrophylla</i>) para la inhibición de <i>M. fijiensis in vitro</i> e invernadero. <u>Para Moko</u> - 1 Estudio sobre control biológico con bacterias y hongos antagonistas efectivos en la inhibición de <i>R. solanacearum in vitro</i> e invernadero. - 1 Estudio con el lixiviado, extracto de <i>Tagetes patula</i> y la roca fosfórica estableció la inhibición de <i>R. solanacearum</i> en suelo (porcentajes de inhibición 32, 85 y 50% respectivamente). <u>Desinfestación de herramientas</u> - 1 Producto efectivo y económico para desinfestación de herramientas (hipoclorito de sodio: Patojito® al 2,5% (manejo preventivo de diseminación del moko en herramientas y calzado). Colombia

Objetivo 3. Validar y ajustar el control biológico de Picudos, con agricultores y empresas líderes productoras de entomopatógenos

Meta	Metodología	Productos
Desarrollo y validación de metodología para multiplicación de nematodos benéficos y su utilización en trampas	Se recolectaron picudos en trampas hechas con seudotallos de plátano; se realizó muestreo de suelo para aislar y purificar entomonematodos; se empleó también <i>Steinernema</i> sp. (cepa 25 CIAT). Los entomonematodos fueron multiplicados en larvas de la polilla de los Apiarios (<i>Galleria mellonella</i>), para ser empleados en pruebas de parasitismo con picudo negro <i>Cosmopolites sordidus</i> y picudo rayado <i>Metamasius hemipterus</i>	- 1 método de cría de <i>C. sordidus</i> y <i>M. hemipterus</i> establecido en laboratorio. - 1 entomonematodo aislado de muestras de suelo, efectivo parasitando adultos de picudo. - 1 olorímetro construido y validado para establecer la preferencia de alimentación de los picudos. Venezuela - 1 estudio sobre la biología básica del entomonematodo <i>Steinernema</i> sp. (cepa 25 CIAT). - 1 estudio de infección y multiplicación de <i>Steinernema</i> sp. en larvas de <i>Galleria mellonella</i> (Universidad Nacional) Colombia

Objetivo 4. Evaluar diferentes genotipos de plátano por su resistencia a Picudos, Sigatoka y Moko, con criterios de adaptabilidad, productividad y aceptación de los mercados

Meta	Metodología	Productos
Identificar al menos 1 genotipo de plátano tolerante o resistente a picudos, Sigatoka y/o moko	Se solicitó copias de los genotipos a los centros con mandato del banco de germoplasma de musáceas en cada país, al no ser posible contar con la cantidad de genotipos y número de copias necesarias, se optó por hacer colectas en campo en diferentes zonas del Ecuador; para el caso de Colombia, aparte de la colecta, también se obtuvo material propagado en el Centro de Excelencia en Plátano FEDEPLÁTANO, y copias <i>in vitro</i> proporcionadas por Bioversity Internacional desde Bélgica. Venezuela contó los genotipos del INIA CENIAP Maracay. Para la obtención del inóculo de <i>M. fijiensis</i> y <i>R. solanacearum</i> , se realizó en Colombia una colecta de muestras de material (de plátano, banano, heliconias, malezas y suelo) afectado por estos dos patógenos y se conformaron los ceparios respectivos.	- 1 Estudio de caracterización de poblaciones de <i>M. fijiensis</i> . - 1 banco de germoplasma en conformación (26 genotipos). Plátano Dominicó y Barraganete se comportan igualmente susceptibles a la Sigatoka negra. No se ha reportado la presencia de Moko en las zonas de estudio. Ecuador - 1 estudio de evaluación de la severidad de Sigatoka en plátano Hartón, Cambur Manzano, FHIA 03 y FHIA 21. Venezuela - 1 genotipo resistente a los picudos <i>C. sordidus</i> , <i>M. hemipterus</i> y <i>Rhynchophorus palmarum</i> . - 1 Estudio de evaluación de la Sigatoka negra en 138 genotipos de la colección del Centro de excelencia de Fedeplátano. - 1 Cepario conformado por 124 aislamientos de <i>M. fijiensis</i> . - 1 Estudio de caracterización morfológica y molecular del cepario de <i>M. fijiensis</i> (en proceso). - 4 genotipos de plátano y 2 de banano con resistencia a Sigatoka negra; (16 más en proceso de evaluación) - 2 genotipos de banano y 1 de plátano con resistencia a moko (25 más en proceso). Colombia

Objetivo 5. Fortalecer capacidades locales de agricultores y técnicos, en las estrategias nuevas de manejo del cultivo de plátano

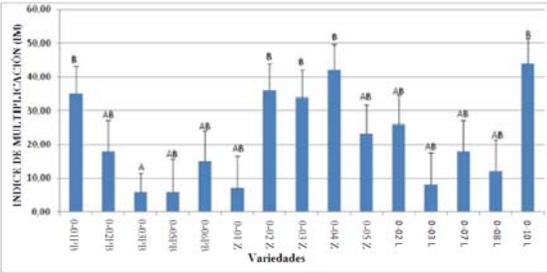
Meta	Metodología	Productos
900 agricultores capacitados en manejo de semilla limpia, producción de lixiviado de raquis como biofungicida y biofertilizante	Con los productores, comercializadores y transformadores (agroindustria) del plátano cada país, se implementó la metodología de los grupos Gestores de Innovación en Agroindustria Rural GIAR. Los GIAR se fortalecieron al conformar asociaciones de productores y articularse con el comercio; a la vez han permitido dar a conocer los objetivos del proyecto y los avances de los resultados. En charlas, capacitaciones y días de campo, se dieron a conocer las últimas tecnologías para la producción de semilla limpia, uso de residuos de cosecha (producción de lixiviados), prevención y manejo del moko, estrategias de manejo de los picudos, nuevos métodos para contrarrestar el efecto del Moko y la Sigatoka negra. Se diseñaron afiches, carteles y plegables para difundir la información con los productores. Los ensayos de campos se montaron en parcelas de productores, lo cual permitió integrar mediante procesos de co-investigación el sector académico y el productivo. Los resultados de los experimentos se presentaron en congresos nacionales y se realizaron publicaciones en revistas nacionales e internacionales.	- 3 Grupos Gestores de Innovación en Agroindustria Rural GIAR conformados en Ecuador, Venezuela y Colombia. - 2 talleres dictados: producción de semilla limpia en cámaras térmicas y producción de lixiviado. - 2 tesis de pregrado. - 1 Artículo publicado en Revista Tecnológica ESPOL. - 1 Artículo <i>in press</i> Plant Soil Journal. 2010. Ecuador - 2 días de campo realizados: -Manejo de semilla limpia de plátano, producción de lixiviados de seudotallo de 'Plátano Hartón', manejo práctico para producción de lixiviado en finca, reconocimiento de Sigatoka negra y hereque. -Manejo agroecológico del cultivo de plátano y preparación de lixiviados" - 2 capacitaciones, temas: - Producción de plantas en cámara térmica. - Producción de lixiviado y control de picudos con entomonematodos. Venezuela - 8 Reuniones y talleres con productores, técnicos, comercializadores del Cauca, Quindío y Costa Caribe, temas: Capacitación sobre producción de lixiviado, propagación de colinos. - 17 técnicos capacitados sobre manejo de Moko y Sigatoka con lixiviados (IV y V Curso nacional de manejo del plátano JICA-Corpoica); y metodologías del GIAR. - 18 técnicos y productores capacitados en construcción de ramada, producción y uso del lixiviado (Pueblo Tapao -Quindío). -1 Día de campo: Uso de lixiviados y extractos vegetales para manejo de Sigatoka negra (Buenavista Quindío). - 4 Días de campo con productores y estudiantes en la Colección del Centro de Excelencia de plátano. - 5 tesis de pregrado. - 2 tesis de maestría. - 1 artículo en Revista Universidad Nacional Medellín (<i>in press</i>). - 1000 folletos Manejo del Moko de plátano. - 1000 folletos Protocolo preparación y uso del lixiviado (en proceso). - 6 estudiantes de pregrado. - 2 Ponencias en XXIX Congreso Nacional de Fitopatología, Medellín (2, 3 y 4 de junio, 2009). - 1 video sobre construcción de ramada para producción

		de lixiviados. - 1 video multimedia sobre construcción de cámara térmica (en proceso). Colombia
Funcionarios de entidades nacionales fitosanitarias capacitados para detectar <i>R. solanacearum</i>	<p>Durante el I curso nacional de PCR en Tiempo Real (RT-PCR) aplicado a la detección de patógenos en plantas y semillas en Colombia, se capacitaron funcionarios en la detección de <i>R. solanacearum</i>.</p> <p>Aparte, como otro alcance del proyecto durante una visita de funcionarios del Perú a Colombia, se realizó gira por Quindío, Caldas, CIAT y Corpoica, para capacitación en generalidades del cultivo de plátano y banano, manejo de plagas, enfermedades, técnicas de detección de patógenos, producción de lixiviado y semilla limpia.</p>	<p>- 22 funcionarios de entidades Nacionales ICA, Corpoica, CIAT, Cenicafé, Cenicaña, Cenipalma, U.Caldas y U.Nacional, capacitados en RT-PCR para la detección de <i>R. solanacearum</i>.</p> <p>- 3 funcionarios del Perú capacitados</p> <p>Colombia</p>

Observaciones:

Ecuador, Venezuela y Colombia cumplieron con las metas propuestas en el proyecto, contando con el firme compromiso de los Coejecutores INIAP, ESPOL, INIA, CIAT, Fedeplátano, Corpoica, Universidad Nacional y Universidad de Caldas. Es de aclarar que el retraso en los desembolsos a INIAP e INIA se debió a la tardanza que dichas instituciones tuvieron con los reportes financieros, y a la solicitud que se realizó por parte de INIA a el FONTAGRO para la redistribución presupuestal; sin embargo, la no ejecución de la totalidad del presupuesto, no indica que no se hubieran desarrollado las actividades correspondientes, ya que los 3 países cumplieron con los objetivos del proyecto.

Resultados obtenidos y su interpretación

Objetivo Específico	Resultados
<p>1. Desarrollar e implementar la producción rápida y limpia de colinos de plátano</p>	<p>Se diseñó, implementó y ajustó un método de propagación efectivo para la multiplicación masiva de semilla de plátano en cámara térmica (Figura 1). Se realizaron pruebas con inductores de brotación e inductores de resistencia, para maximizar el número de yemas activadas y permitir la adaptación de la semilla a condiciones extremas de temperatura.</p> <p>Cada genotipo de plátano y banano presenta un comportamiento diferencial en la producción de semillas, reflejados en el Índice de Multiplicación (IM) <i>in vitro</i>, donde se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,005$) entre las variedades colectadas en Ecuador (Figura 2). El mayor valor del IM se presentó en las variedades con código 0-10L y 0-04Z (44 y 42 plántulas respectivamente), en relación a los menores valores que en las variedades 0-03PB y 0-05PB (seis plántulas); esto puede ser debido a las condiciones de temperatura, luminosidad y humedad; tal es el caso de genotipos que en condiciones de campo generan gran cantidad de hijuelos, pero en cámara térmica e <i>in vitro</i> se inhibe su crecimiento hasta un 90%, por lo cual en futuros ensayos se deben establecer los rangos de temperatura, humedad, tiempos de exposición y dosis de inductores. También se debe seguir experimentando con el tipo de plástico empleado para ajustar esta tecnología a cada zona productora (piso térmico).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="488 632 808 856">  </div> <div data-bbox="813 611 1360 884">  </div> </div> <p>Figura 1. Adaptaciones en cámara térmica</p> <p>Figura 2. Índice de multiplicación <i>in vitro</i> de plantas de <i>Musa</i> spp. recolectados en Ecuador</p> <p>Este sistema de propagación ha permitido pasar de producir una semilla por cada corno, hasta obtener ocho semillas, en producción escalonada aprovechando el total de las yemas.</p> <p>En el caso de Ecuador, se logró subir la temperatura en el interior de la cámara térmica hasta 40°C (Figura 3).</p> <div data-bbox="537 1077 1312 1392">  </div> <p>Figura 3. Comportamiento de Humedad Relativa (%) y Temperatura °C, en cámara térmica CIBE-ESPOL</p> <p>Adicionalmente, el uso inductores de brotación como el caso de BIOL, permitió generar mayor número de semillas por corno (Figuras 4.2, y 5), esto se presenta ya que los bioles de producción local contienen reguladores del crecimiento, junto a otros compuestos y metabolitos asociados con efectos elicitors en las plantas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="545 1587 711 1822">  </div> <div data-bbox="716 1587 1011 1822">  </div> <div data-bbox="1016 1587 1312 1822">  </div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> Control BIOL (orgánico) EVERGREEN (Químico) </p> <p>Figura 4. Prueba de inducción de brotes</p>

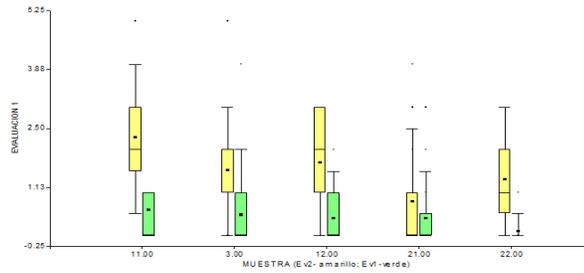


Figura 5. Producción de brotes con los inductores EVERGREEN (verde, Comercial) y BIOL (amarillo, Producto orgánico)

El uso de inductores de resistencia (Figura 6), garantiza que las yemas inducidas puedan soportar temperaturas altas (hasta de 60°C) que se generan al interior de la cámara térmica, además influye positivamente en minimizar el estrés post-siembra, reduciendo las pérdidas de plantas en fase de vivero (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Obtención de brotes con inductores de resistencia



Figura 7. Adaptación de plantas de plátano en fase de vivero

La propagación masiva de semilla a partir de cormos libres de plagas y enfermedades, garantiza la producción de plantas de mejor calidad y sanidad. Anteriormente los cormos destinados para semilla, movilizaban de una zona a otra gran cantidad de patógenos como nematodos, picudos, bacterias como *Erwinia* sp. y *R. solanacearum*; ahora, con el uso de semilla seleccionada por su calidad y sanidad, y el empleo de sustratos estériles, se ha logrado evitar la movilización de plagas y enfermedades en la semilla. Por último, se ha influido en el costo de la semilla, ya que se pasó de \$ 1.300-1.500/ cormo a \$ 650/semilla, en el caso de Colombia.

2. Implementar, mediante participación de agricultores, investigadores y empresarios, el uso del lixiviado de compost de residuos de cosecha y otras prácticas ecológicas, en el control de Sigatoka y Moko, bajo diferentes sistemas de producción

Se implementaron varias estructuras para la producción del lixiviado de compost de raquis de plátano, junto con un protocolo para la adecuada preparación, obtención y uso de este bioinsumo (Figura 8).

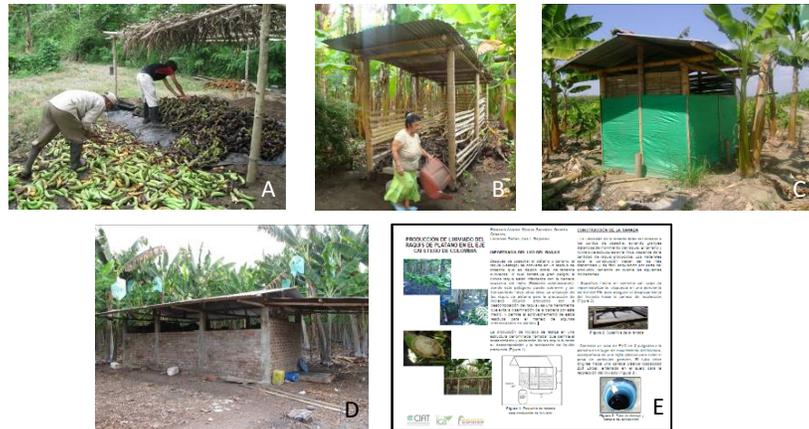


Figura 8. Diferentes diseños de ramadas: A: Piso en plástico, B: Piso en plástico sobre madera, C: Piso en concreto con pendiente, D: Estructura semi industrial en concreto y E: Folleto protocolo para producción de lixiviados

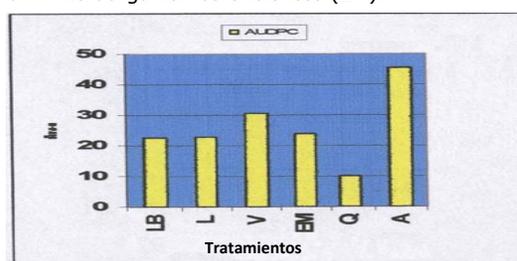
La composición química y microbiológica de los lixiviados varía de un sistema de producción a otro, del tipo de suelo y manejo del cultivo (principalmente fertilizaciones), al igual de los residuos empleados en el compostaje, lo cual generará un lixiviado de mayor o menor calidad (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de diferentes fuentes de lixiviado de compost

Fuente (finca y tejido)	pH	C	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Na	Fe
	mg / L										
Américas raquis	8,67	2.780	420,09	157,95	18.185,42	82,92	38,66	111,52	0,83	12,55	2,67
Américas frutas	3,91	11.680	1.781,6	375,68	11.343,41	5,137	824,74	197,37	6,61	22,34	2,949
La Diana raquis	8,38	1,640	278,55	317,16	16.332,48	74,75	51,68	149,93	0,86	7,51	2,94
Santa Elena raquis	9,28	1,565	249,30	212,00	20.937,91	41,37	34,77	183,82	0,67	28,54	1,75
Ariari (Meta) raquis	9,36	2,690	466,58	311,05	26.680,96	51,77	51,62	398,46	2,38	6,77	3,82
Guadualito raquis	9,34	2,996	893,38	404,93	28.838,90	69,11	31,30	206,50	0,56	6,05	3,05
Guaira raquis	8,58	2,160	205,10	187,88	15.588,58	64,58	43,37	55,72	0,12	6,13	0,50
La Manigua raquis	8,54	408	45,76	11,91	324,83	5,54	2,04	0,00	0,00	4,91	1,62
La Dianaseudotallo	8,43	1,3	70,03	66,89	4.458,62	44,91	22,65	21,46	0,98	1,46	0,88
La Yalta raquis	8,97	2,8	217,82	161,59	12.749,92	46,89	24,45	87,60	1,16	5,62	0,69

Resultados para Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

Los tratamientos disminuyeron los índices de severidad de la enfermedad de la Sigatoka negra, en relación al testigo absoluto (A) (Figura 9), siendo los de mejor efecto Lombricompost + lixiviados de plátano (L) o Lombricompost + lixiviados de banano (LB), los cuales fueron estadísticamente iguales al testigo químico (Q). Estos dos tratamientos presentaron su mejor efecto en época de baja presión de inóculo (época seca); mientras que en época de lluvias cuando las condiciones son propicias para el desarrollo de una epidemia, el mejor efecto lo presentó el control químico y el lixiviado de plátano + microorganismos eficientes (EM).



LB: Lombricompost + Lixiviado de banano, L: Lixi de plátano, EM: Microorganismos Eficientes, Q: Control Químico, A: Testigo Absoluto

Figura 9. Efecto de lixiviados de banano, plátano y lombricompost sobre la severidad de la Sigatoka negra (*M. fijiensis*), en Guayas y Manabí (Ecuador)

La aplicación de lixiviados podría ser favorable durante la época de menor presión de la Sigatoka negra, como lo es el caso en la zona platanera del Guayas (Ecuador), mejorando el estado fitosanitario (efecto nutricional), y prepararlas para el periodo de lluvias.

Se determinó la efectividad del lixiviado en la inhibición de *M. fijiensis* *in vitro* e invernadero, evaluado en dosis del 10, 25, 50 y 75%. El lixiviado al 50 y 75% mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en la inhibición de *M. fijiensis* (43 y 94% de inhibición respectivamente) (Figura 10) y en la reducción de la severidad de la Sigatoka negra en condiciones de invernadero (62 y 80% de disminución) (Figura 11).

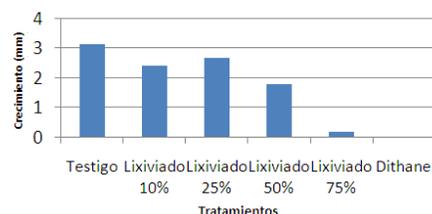


Figura 10. Efecto inhibitorio *in vitro* del lixiviado al 10, 25 50 y 75% sobre *Mycosphaerella fijiensis*

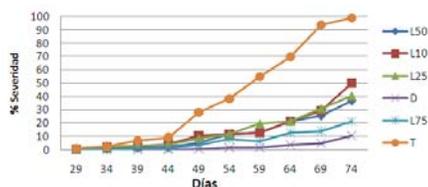


Figura 11. Efecto del lixiviado al 10, 25 50 y 75% sobre *Mycosphaerella fijiensis*, en condiciones de invernadero

En condiciones de invernadero, las aplicaciones de lixiviado al 50 y 75% pueden ocasionar fitotoxicidad en algunos casos, lo que puede ser explicado ya que al no presentarse lavado por lluvia, y tras sucesivas aplicaciones el producto se acumula y causa este efecto. Es importante resaltar que en condiciones de campo las

aplicaciones foliares del lixiviado en las mismas concentraciones no ejercen dicho las efecto.

De igual forma, se determinó la efectividad del extracto de *Furcraea macrophylla*, *Tagetes patula* y activadores enzimáticos (Starzyme® y Virobat®) en la inhibición de *M. fijiensis*.

El extracto de *F. macrophylla* y *Tagetes patula* inhibieron el 100% del crecimiento *in vitro* de *M. fijiensis* (Figura 12), similar al control químico; por su parte la mezcla Starzyme®+Virobat® ejerce un 62.5% de inhibición, en comparación con el testigo.

Por otro lado, Starzyme®+Virobat® después del control, fue el tratamiento que más redujo la severidad de la Sigatoka negra en plantas (Figura 13). El Virobat® por sí solo no ejerce importante inhibición de *M. fijiensis*, y este efecto se correlaciona con el efecto en plantas, ya que junto al testigo presentaron igual severidad de la enfermedad al final del ensayo; sin embargo, al ser empleado en mezcla potencializa el efecto del Starzyme® y esto se ve reflejado en la reducción de la severidad de la Sigatoka negra en un 85% en comparación con el testigo.

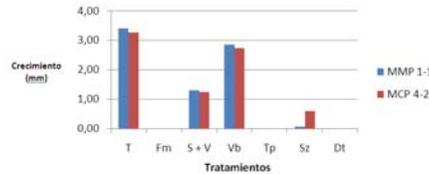


Figura 12. Inhibición *in vitro* de *M. fijiensis* con *F. macrophylla*, *Tagetes patula*, Starzyme® y Virobat®. (MMP1-1 v MCP4-2: aislamientos)

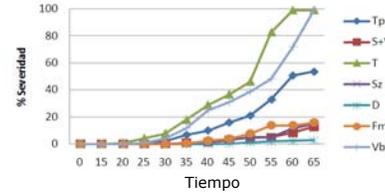


Figura 13. Reducción de la severidad de la Sigatoka negra con *F. macrophylla*, *Tagetes patula*, Starzyme® y Virobat®

También, se evaluaron aplicaciones terrestres de lixiviado de raquis de plátano y propiconazol (Tilt: Control químico convencional) en plantaciones comerciales de plátano en los municipios de El Castillo y Fuente de Oro (Ariari Alto, Meta, Colombia), obteniendo con las aplicaciones de lixiviado una disminución de la severidad de la Sigatoka negra, en las hojas 5 y 6 (Figura 14).

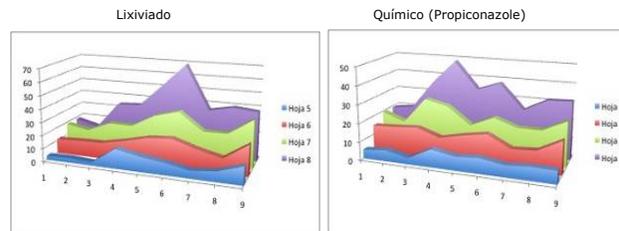


Figura 14. Desarrollo de afecciones por Sigatoka en plátano del Ariari Alto (Colombia)

Resultados para Moko (*Ralstonia solanacearum*)

Se determinó la efectividad de los metabolitos secundarios producidos por *Trichoderma viride*, *T. harzianum* y Trichoplant®, inhibiendo *in vitro* el 100% de la bacteria (Figura 15); un efecto similar se presentó con el lixiviado al 10%, (finca La Guaira) tanto líquido como liofilizado, ya que inhibió completamente el crecimiento de la bacteria.

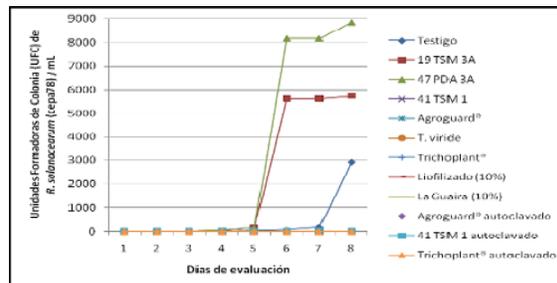


Figura 15. Inhibición *in vitro* de *R. solanacearum* con metabolitos secundarios de *Trichoderma* spp. y lixiviado (La Guaira), sobre *R. solanacearum*

En suelo infestado se disminuyó la población de *R. solanacearum* con la mezcla de flor de muerto *Tagetes patula*, roca fosfórica y lixiviado de raquis (finca La Diana) (Figura 16); mostrando reducciones del 85, 50 y 32%, en dosis de 1kg, 0,5 kg y 2,7 L (por metro cuadrado respectivamente).

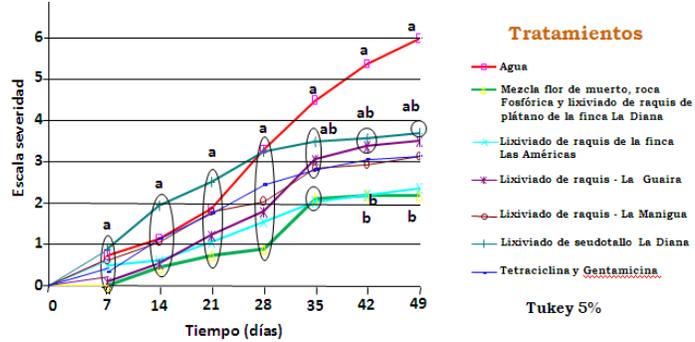


Figura 16. Severidad de *R. solanacearum* en Dominico Hartón; tratamientos aplicados al suelo infestado

3. Validar y ajustar el control biológico de picudos, con agricultores y empresas líderes productoras de entomopatógenos

Se logró aislar y purificar un nematodo parasitando larvas de *G. mellonella*. En trampas de pseudotallo de plátano con 10 picudos de *Cosmopolites sordidus* y 10 de *Metamasius hemipterus*, se utilizó una larva de *G. mellonella* parasitada con aproximadamente 2000 nematodos. Como resultado, los picudos fueron parasitados, ocasionando parálisis y muerte más temprana (a los 5 días) en *C. sordidus* (a las 2 semanas) (Figura 17). En observaciones al estereoscopio, se encontró en medio de la cabeza y abdomen una sustancia viscosa conteniendo los nematodos en movimiento.



Figura 17. Multiplicación de nematodo en larvas de *Galleria mellonella* y utilización en trampas de pseudotallo de plátano con picudos

Aplicaciones de diferentes dosis de *Herorhabditis* sp. permitió reducir las poblaciones de picudos.

Se hizo estudios a cerca de la biología básica de una especie del entomonematodo *Steinernema* sp. (cepa 25 CIAT) en larvas de *G. mellonella*. Se determinó que *Steinernema* sp. prefiere la boca y espiráculos de los picudos para realizar su penetración.

Al ingresar *Steinernema* sp. dentro de la larva de *G. mellonella*, se localiza y propaga rápidamente en el intestino y el corazón (Figura 18).

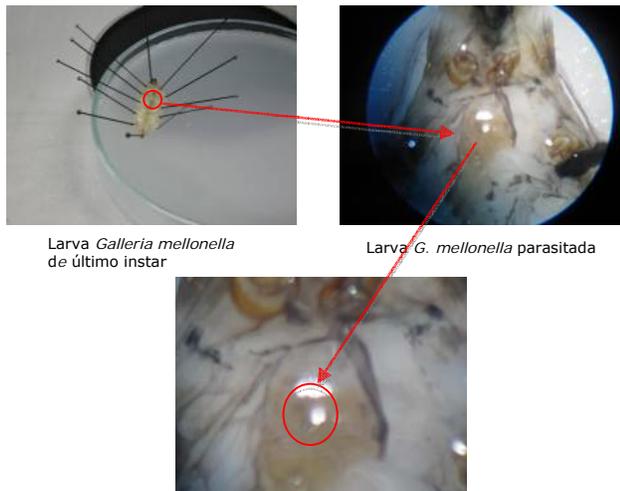


Figura 18. Larva de *G. mellonella* parasitada con *Steinernema* sp. cepa 25 CIAT

La capacidad de *Steinernema* sp. para penetrar en las larvas de *G. mellonella* aumenta con el tiempo de exposición (Tabla 2)

Tabla 2. Capacidad de Penetración al Hospedero (CPH) en relación con el tiempo de presencia y densidad de los Juveniles Infeccivos (JI)

Horas después de la infección	Juveniles infeccivos liberados	Muestras evaluadas de dos repeticiones	Promedio entre repeticiones y muestras	CPH
0 a 24	10 por larva	M1 a M6	0.83	8.30%
28 a 48	10 por larva	M7 a M12	1.66	11.6%
52 a 72	10 por larva	M13 a M18	1.66	16.6%
80 a 144	10 por larva	M19 a M27	3.91	39.1%

Se presentó parasitismo y una buena tasa de multiplicación de *Steinernema* sp. y *Heterorhabditis* sp. en larvas de *G. mellonella*, y se logró infectar adultos de *C. sordidus* y *M. hemipterus*. Sin embargo, aún se desconocen aspectos biológicos de estos entomonematodos, por lo tanto se debe seguir trabajando en la identificación las condiciones edafoclimáticas que favorecen la acción del controlador biológico y determinar la relación huésped – patógeno.

Objetivo Especifico

4. Evaluar diferentes genotipos de plátano por su resistencia a Picudos, Sigatoka y Moko, con criterios de adaptabilidad, productividad y aceptación de los mercados

Resultados

Los picudos *C. sordidus*, *M. hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum* no tienen predilección por alimentarse de la variedad Guayabo (Figura 19), lo que podría estar mostrando resistencia de este material; en segundo lugar está el Topocho con el menor número de picudos alimentándose de él. Se presenta una alta susceptibilidad de la variedad Dominico a las 3 especies de picudos, y la alta preferencia de *C. sordidus* por alimentarse del plátano Hartón.

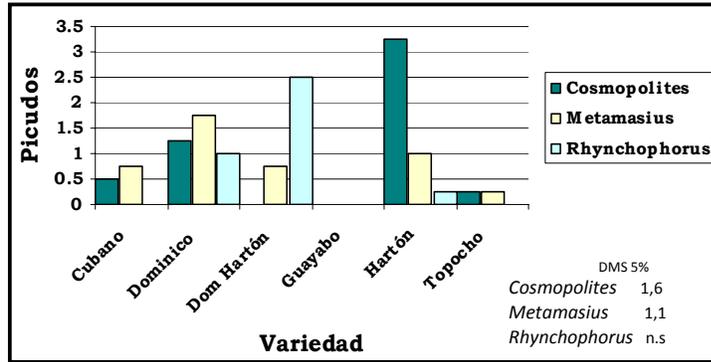


Figura 19. Colecta de picudos en trampas de pseudotallos de las variedades Cubano, Dominico, Dominico Hartón, Guayabo, Hartón y Topocho

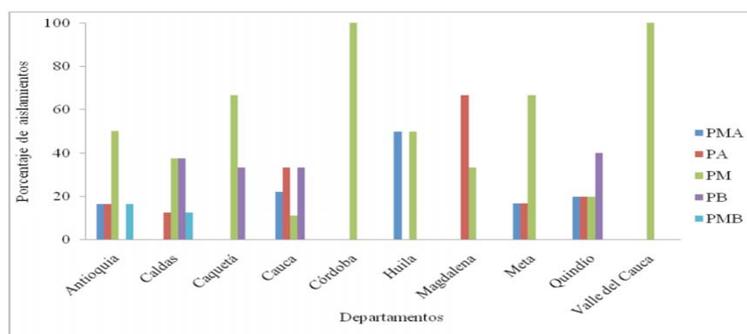
Con la colecta de 26 materiales de Musáceas (Tabla 3), se está conformando un banco de germoplasma (Ecuador - ESPOL). Dicho banco constituirá la base para futuras investigaciones en cuanto a plagas, enfermedades, resistencia genética y agroindustria de estas especies.

Tabla 3. Genotipos recolectados en Ecuador (ESPOL)

LISTA DE MUESTRAS COLECTADAS ESPOL – Ecuador			
Fecha de Recolección	Provincia	Código	Nombre Común
25/03/2009	Chimborazo-Guayas	001 P-B	Congo
		002 P-B	Maqueño
		003 P-B	Limeño
		004 P-B	Criollo
		005 P-B	Guineo
		006 P-B	Morado
		007 P-B	Ceda
		008 P-B	Maqueño
		009 P-B	Filipino
19/03/2009	El Oro	001 Z	Guineo almendra
		002 Z	N.I
		003 Z	Inglés
		004 Z	Filipino Enano
		005 Z	Guineo negro
27-29/04/2009	Loja	001 L	Tocho
		002 L	Mocho
		003 L	Manzano
		004 L	N.I
		005 L	N.I
		006 L	N.I
		007 L	N.I
		008 L	Ortete
		009 L	Ceda Pequeño
		010 L	Guineo Común
		011 L	Tocho blanco
		012 L	N.I

Se conformó un cepario con 124 aislamientos monospóricos de *M. fijiensis* procedente de muestras de plátano y banano de 10 departamentos de Colombia. Se realizó caracterización morfológica y patogénica en 50 aislamientos (en proceso el restante).

Se destaca una patogenicidad media (PM) de todos los aislamientos de Córdoba y Valle del Cauca (Figura 20). Antioquia, Caldas, Cauca y Quindío son las zonas representativas de variabilidad patogénica de este hongo, ya que abarcan las mayores áreas de producción de plátano y banano en Colombia.



PMA: Patogenicidad muy alta, PA: Patogenicidad alta, PM: Patogenicidad media, PB: Patogenicidad baja, PMB: Patogenicidad muy baja

Figura 20. Nivel de patogenicidad de 50 aislamientos de *M. fijiensis* inoculados en plátano Dominico Hartón

De acuerdo al diámetro de la colonia evaluado en 50 aislamientos de *M. fijiensis* se establecieron tres grupos con la siguiente distribución: 24% en el grupo A, 50% en el grupo B y 26% en el grupo C (Figura 21), lo cual junto con el nivel de patogenicidad demuestran la alta variabilidad morfológica, patogénica y molecular (en proceso) del patógeno en cuestión.

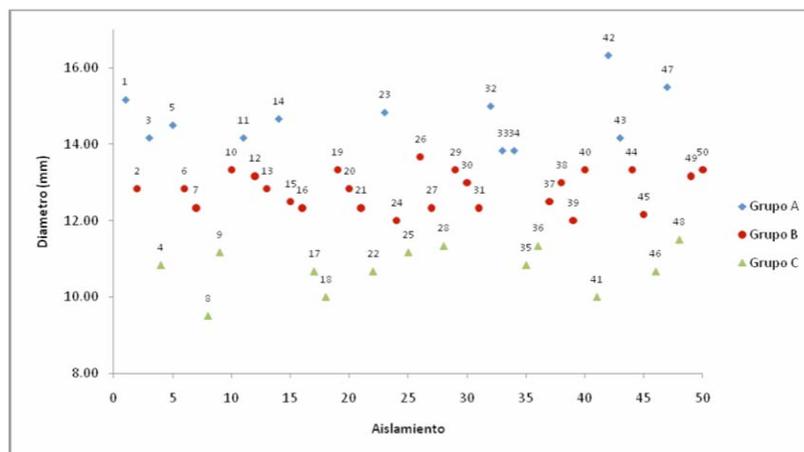
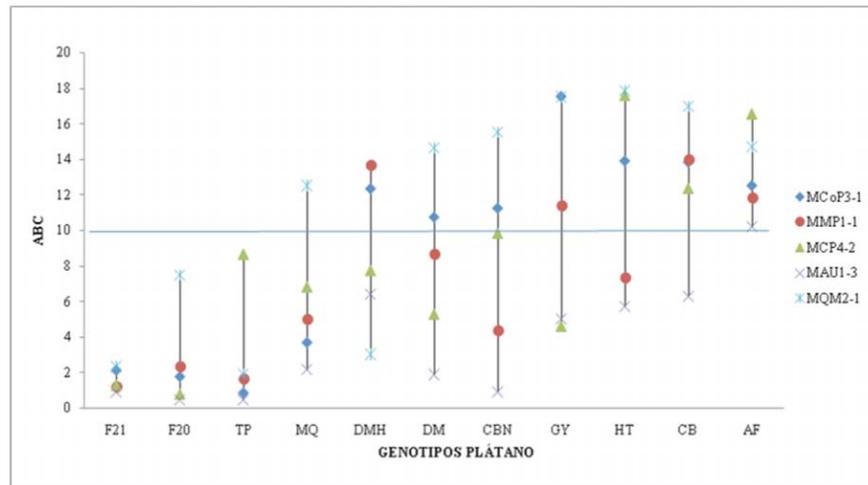


Figura 21. Grupos de aislamientos de *M. fijiensis* conformados por diámetro de colonia a los 35 días de sembrados en medio PDA, obtenidos mediante valor crítico de Duncan (1.926) y el valor de la media general (12.72 mm)

Los genotipos FHIA 20, FHIA 21 y Maqueño se destacaron por no presentar susceptibilidad a ninguno de los aislamientos (Figura 22). En tal sentido FHIA 21 fue resistente a todos los aislamientos, mientras que FHIA 20 mostró una reacción intermedia al aislamiento MQM2-1 y resistencia a los otros cuatro; por su parte Maqueño mostró resistencia a dos aislamientos (MCoP3-1 y MAU1-3) y una reacción intermedia a tres (MMP1-1, MCP4-2 y MQM2-1). Es importante mencionar que dentro de los genotipos que mostraron resistencia a un mayor número de aislamientos se destaca Topocho, el cual solo presentó susceptibilidad a MCP4-2.

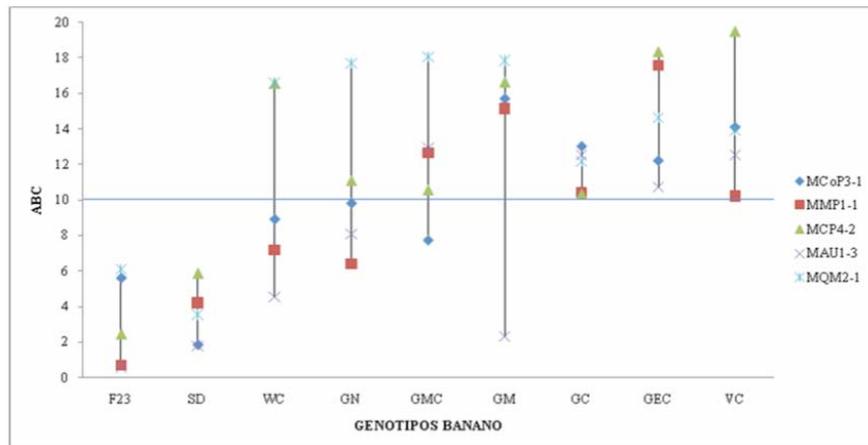
Los otros siete genotipos de plátano tienden a presentar susceptibilidad a la mayoría de las cepas utilizadas. La variedad África 1 (Mbouroukou) fue la única susceptible a todas las cepas.



Genotipos: F21: FHIA 21, F20: FHIA 20, TP: Topocho, MQ: Maqueño, DMH: D. Hartón, DM: Dominicó, CBN: Cubano Negro, GY: Guayabo, HT: Hartón, CB: Cubano Blanco, AF: África 1

Figura 22. Comparación de medias del área bajo la curva de progreso de la enfermedad ABCP de genotipos de plátano inoculados con cinco aislamientos de *M. fijiensis*

Se encontró respuesta de resistencia en banano FHIA 23 y Sedita (Figura 23), y una alta susceptibilidad a todas las cepas inoculadas en Giant, Gran enano y Valery cavendish.



Genotipos: F23: FHIA23, SD: Sedita, WC: Williams Cavendish GN: Guineo, GMC: Gross Michel coco GM: Gross Michel, GC: Giant Cavendish, GEC: Gran Enano Cavendish y VC: Valery Cavendish

Figura 23. Comparación de medias de área bajo la curva de progreso de la enfermedad de nueve genotipos de banano inoculados con cinco aislamientos de *M. fijiensis*

En conclusión la mayor respuesta de resistencia al patógeno se observó en FHIA 20, FHIA 21 Topocho y Maqueño en el caso de plátanos, y FHIA 23 y Sedita en el caso de bananos, en donde dicha resistencia se expresó mediante el progreso lento y menos severo de la enfermedad de la Sigatoka negra.

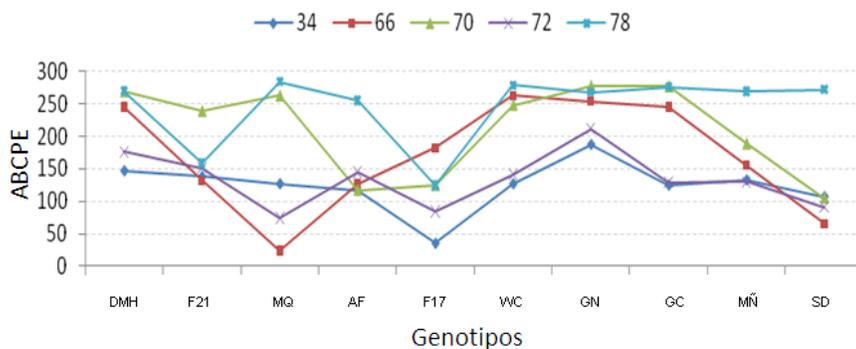
Esto en contraste con el elevado nivel de susceptibilidad expresada por los genotipos de plátano Guayabo, Hartón, Cubano Blanco y África, y por los genotipos de banano Gross Michel, Gros Michel Coco, Giant, Gran Enano y Valery Cavendish en los cuales la enfermedad avanzó rápidamente.

Para el estudio de resistencia a *R. solanacearum*, las cepas empleadas representan la diversidad de la bacteria en Colombia, estas fueron aisladas de 3 regiones: Andina, Orinoquía y Amazonía y de diferentes genotipos como lo son: 34 aislada de plátano (Caquetá), 66 de plátano (Meta), 70 de plátano (Meta), 72 de plátano (Antioquia) y 78 de Banano (Quindío), y distribuidas en tres niveles de patogenicidad en la variedad África 1 Mbourokou (cepas 78 alta, 66 - 72 intermedia y 34 - 70 baja) (Gómez *et al.*, 2006).

Se encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos y su interacción con las cinco cepas de *R. solanacearum*, se destaca el comportamiento del banano FHIA 17 y Sedita, los cuales mostraron menor grado de susceptibilidad a todas las cepas de la bacteria, con excepción de la cepa 78 que fue altamente patogénica en Sedita (Figura 24). Por otro parte, en un campo infestado por Moko en el departamento del Valle del Cauca, la única variedad en sobrevivir tras una inundación fue el plátano Hartón Blanco, por lo cual se presume su resistencia a *R. solanacearum*, sin embargo se encuentra bajo evaluación en condiciones de invernadero.

Los plátanos FHIA 21, Maqueño, África y Dominico Hartón muestran un comportamiento ligado a la patogenicidad de las cepas, siendo este último el genotipo más susceptible a la totalidad de las cepas inoculadas.

La resistencia parcial que mostraron los bananos Sedita, FHIA 17 y el plátano Maqueño es una herramienta muy útil para un programa de fitomejoramiento, identificando los genes de virulencia y avirulencia de los genotipos y desarrollar materiales más productivos y resistentes a cepas de la bacteria.



Genotipos de plátano: DMH: Dominico Hartón, F21: FHIA 21, MQ: Maqueño, AF: África 1. Genotipos Banano: F17: FHIA17, WC: Williams Cavendish, GN: Guineo, GC: Giant Cavendish, MR: Mareño y SD: Sedita; 34, 66, 70, 72 y 78: cepas de *Ralstonia solanacearum* de la colección CIAT

Figura 24. Respuesta de genotipos de plátano y banano inoculados con cepas de *R. solanacearum*

Se encuentran en proceso de evaluación 16 genotipos de plátano y banano para determinar resistencia a *M. fijiensis* y *R. solanacearum*

Aquellos genotipos de plátano y banano en los cuales se encontró respuesta de resistencia a la Sigatoka negra y moko, deben ser evaluados en campo en condiciones de parcela experimental, para identificar de esta forma la resistencia al inóculo presente en cada zona. Con esto se incursionaría en una nueva fase de un programa de manejo de plagas y enfermedades en cultivos de plátano y banano en Ecuador, Venezuela y Colombia, la cual consistiría en la introducción de los nuevos materiales en cada zona y en los mercados locales, para medir el impacto de aceptación por parte de los consumidores.

5. Fortalecer capacidades locales de agricultores y técnicos, en las estrategias nuevas de manejo del cultivo de plátano

Se conformaron 3 Grupos de Innovación en Agroindustria Rural GIAR en Ecuador y Colombia
Se hizo la difusión del video sobre construcción de ramada para producción de lixiviado enviado por Fedepalátano-CIAT.

ECUADOR

- Dos talleres de transferencia de tecnología sobre la producción de semilla limpia a partir de las cámaras térmicas.
- Tres tesis de pregrado.
- Talleres y días de campo sobre la producción de plátano en la zona del Empalme (Figura 25) y Bucay. 2009 y 2010, (Figura 26).



Figura 25. Taller de socialización teórico práctico para pequeños productores de plátano en el cantón El Empalme



Figura 26. Día de campo sobre metodología para propagación de plátano en cámara térmica. Cantón Bucay

En los talleres, días de campo y capacitaciones se contó con la participación de la mayoría de los actores que intervienen en la cadena del plátano (productores, compradores directos de fruta e investigadores).

Los talleres sirvieron para poder compartir conocimientos entre agricultores e investigadores, recopilando observaciones y definiendo de esta forma las limitaciones de las tecnologías propuestas. Durante el proceso de evaluación se tomaron en consideración las propuestas mencionadas en el taller para que estas tecnologías sean mejor adaptadas a las diferentes zonas.

VENEZUELA

Cursos

- Curso sobre Manejo agroecológico para el cultivo del plátano. AC Macagua-Jurimiquire. 31 participantes. Municipio Veroes
- Curso sobre Producción y uso del lixiviado de compost de plátano. 2010. Planta Sede del INIA Yaracuy. 12 Participantes.
- Curso: Manejo Agroecológico del cultivo de plátano y uso de lixiviados. Municipio Veroes. 2009.

Días de campo

- I Construcción de jaula para producción de Lixiviado. 2009. 15 participantes (Figura 27).
- I Avance del Proyecto, Construcción de jaula para Lixiviado de Compost de Plátano. 2009. 21 participantes
- II Producción y uso del lixiviado de compost de plátano para el control de enfermedades en Musáceas y otros Cultivos. Aplicación de entomonematodos para el control biológico de picudos, 2009. Municipio Veroes. 31 participantes (Figura 28).



Figura 27. Construcción de jaula para producción de lixiviado



Figura 28. Días de campo con productores, usos del lixiviado y aplicación de entomonematodos

Participación en eventos

- Ponencia: "Alternativas tecnológicas para el manejo sostenible de las musáceas y producción de semilla". Julitt Hernández. Curso Alternativas tecnológicas para el manejo sostenible de las musáceas y producción de semilla. INIA Barinas. 26 y 27 de mayo de 2010.
- Ponencia: "Evaluación del efecto de dos lixiviados de Plátano Hartón en el control de la Sigatoka negra en el municipio Veroes del estado Yaracuy". Hernández F. Julitt B., Pérez Alexis, Ortega Rogelio, Medina Elena, Hernández Livia, Morillo Juan, Blanco Giomar. XI Congreso Venezolano de Fruticultura, Santa Ana de Coro, Edo. Falcón. 2 al 5 Noviembre 2010. ([Anexo 1](#)).
- Producción de lixiviados de 'Plátano Hartón' en jaula artesanal: Una alternativa ecológica para el control de enfermedades. Hernández F. Julitt B., Medina Elena, Ortega Rogelio, Hernández Livia, Sanabria M. E, Morillo Juan, Leonor Carmen, Pérez Alexis, Alejos Gleenys, Blanco Giomar, Linares Blas, Arrieche Isabel. XI Congreso Venezolano de Fruticultura, Santa Ana de Coro, Edo. Falcón. 2 al 5 Noviembre 2010. ([Anexo 2](#)).

COLOMBIA

Capacitaciones

- 8 Estudiantes realizaron práctica de pregrado en Agronomía, Ingeniería Agroindustrial.
- Curso sobre Manejo integrado de la enfermedad del Moko en plátano. CIAT Palmira (23 participantes) ([Anexo 3](#)).
- I Seminario taller "Enfermedades causadas por Fitoplasmas y sus Métodos de Diagnóstico". CIAT Palmira (25 participantes) ([Anexo 3](#)).
- I Curso Nacional PCR en Tiempo Real Aplicado a la detección de patógenos en plantas y semillas, CIAT Palmira (22 participantes) ([Anexo 3](#)).
- 20 Capacitaciones en el centro de excelencia en plátano (Chinchiná Caldas)
- 10 días de Capacitación a técnicos de SENASA e INIA Perú, en generalidades del cultivo de plátano y manejo de enfermedades (Colombia).campo en el Centro de Excelencia en plátano (Chinchiná Caldas)
- Presentación de avance de resultados del proyecto a asociaciones de productores del Quindío; recomendaciones de manejo de las áreas afectadas con Moko (Figura 29)



Figura 29. Días de campo, capacitaciones sobre producción de semilla de plátano, producción de lixiviado, manejo de áreas afectadas por moko

- Taller instructivo sobre las metodologías del grupo GIAR. Capacitación a técnicos sobre las estrategias para el manejo del Moko, V Curso Nacional de Manejo Integrado del Cultivo de Plátano,
- Apoyo a la creación del Centro de Excelencia en plátano (FEDEPLÁTANO) en Chinchiná Caldas (Figura 30).

Única Colección de Germoplasma de Plátano a Nivel Mundial, Conservada a 1.360 m.s.n.m



Figura 30. Banco de germoplasma de Plátano y Banano, Centro de Excelencia en Plátano Fedeplátano, Chinchiná, Colombia

Días de campo

- 3 Días de campo con Madres cabeza de familia, técnicos y productores.

Participación en eventos

3 Ponencias en XXIX Congreso Nacional de Fitopatología y Ciencias Afines, Medellín, Colombia (2, 3 y 4 de junio, 2009) (Figura 31).

- Actividad antagonista de bacterias biocontroladoras y filtrados de *Trichoderma* spp. contra *Ralstonia solanacearum* en plátano.
- Variación patogénica de aislamientos de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en plátano Dominico Hartón.
- Efecto de tres inóculos de hongos micorrízico arbusculares sobre el ataque de nematodos fitoparásitos en plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB).



Figura 31. Ponencias orales en el XXIX Congreso Nacional de Fitopatología

Tesis BSc

1. Luz Adriana Meza y Víctor Hugo Triviño, 2007. Evaluación microbiológica y físico-química de fuentes de lixiviados de compost de raquis de plátano y su efecto en el manejo de moko. (**Anexo 4**).
2. Alejandra Cuellar, 2009. Evaluación de resistencia en genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), en condiciones de invernadero (**Anexo 5**).
3. Lina Valencia, 2010 (En progreso). Evaluación de resistencia en genotipos de plátano (*Musa* AAB Simmonds) y banano (*Musa* AAA) a *Ralstonia solanacearum* agente causal de la enfermedad de Moko, en condiciones de invernadero.
4. Jorge Cortez, 2010 (En progreso). Variación patogénica y molecular de *Mycosphaerella fijiensis*.
5. Elizabeth Laguna, 2010 (En progreso). Importancia de *Steinernema* sp. cepa 25 como controlador biológico de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae)
6. Hernán M. Garcés, 2010. Comparación de la calidad y efectos de lixiviados obtenidos a partir de raquis de banano (*Musa acuminata*) y plátano (*Musa balbisiana*) mediante transformación aeróbica y anaeróbica en condiciones de invernadero (**Anexo 6**).

	<p>7. Maritza F. Ortiz, 2009. Evaluación de la actividad de lixiviados de raquis de Banano (<i>Musa AAA</i>), Plátano (<i>Musa AAB</i>), y Banano Orito (<i>Musa AA</i>) sobre el agente causal de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet), en condiciones <i>in vitro</i>.</p> <p>8. Yomaira Romero, 2010. Caracterización de poblaciones de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet aisladas a partir de material foliar de las variedades de plátano Barraganete y Dominico.</p> <p>Tesis MSc.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eduardo Gómez. 2010 (En progreso). Implementación de la técnica qPCR y diseño de sondas taqman para la detección de microorganismos fitopatógenos, <i>Ralstonia solanacearum</i>. 2. Lederson Gañan. 2010 (En progreso). Evaluación de alternativas de manejo biológico de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) en plátano Dominico Hartón, en Colombia. 3. Yvan Mainer Dieste. 2009 Control de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) del plátano con productos naturales (Lixiviado y Antagonistas) (<u>Anexo 7</u>). <p>Premios</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. IPM Research Brief No. 6, 2008, Lixivium 2. Premio a la innovación tecnológica del CGIAR en México. "Desarrollo de medidas de manejo del Moko (<i>Ralstonia solanacearum</i>) de plátano (Musa AAB) en Colombia, mediante investigación participativa con agricultores." 3. Premio "Rafael Obregón- ASCOLFI". Categoría estudiante "Efecto de prácticas ecológicas sobre <i>Ralstonia solanacearum</i> en suelo", Adriana Arenas 4. Tesis Laureada Universidad del Quindío 2008. "Evaluación microbiológica y físico química de lixiviados de descomposición de residuos de plátano y su efecto sobre Moko". 5. Premio al mejor trabajo de investigación en Pregrado ASCOLFI 2009, Junio, 2, 3 y 4, Medellín. "Variación patogénica de aislamientos de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet en plátano dominico hartón" Alejandra Cuellar. 6. Reconocimiento a la Excelencia Científica en la ejecución, gestión e impacto potencial del proyecto "Fortalecimiento de cadenas de valor de plátano: Innovaciones tecnológicas para reducir agroquímicos", financiado por FONTAGRO, Junio de 2010 (<u>Anexo 8</u>). <p><u>Divulgación en periódico local</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Colombia para todos.net. Universidad Antonio Nariño destaca tesis de grado http://www.colombiaparatodos.net/noticia-colombia-universidad-antonio-narino-destaca-tesis-de-grado-en-3-de-sus-estudiantes-id-1541.htm 2. Agrícola la española, Quimbaya, Quindío Comercialización del lixiviado http://agricolaespanola.com/producto-detalle-prod-5.htm 3. El Tiempo.com A raya, bacteria platanera www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1533917
--	---

PRODUCTOS

- Grupos de Innovación en Agroindustria Rural – GIAR (3)
- Cámaras térmicas : 4 Colombia, 2 Venezuela, 2 Ecuador
- Método de detección: PCR en Tiempo Real, Sondas específicas
- Genotipos resistentes a Moko: (1 plátano, 2 banano)
- Genotipos resistente a Sigatoka negra: (4 plátano, 2 banano)
- Genotipo resistente a Picudo: (1 plátano)
- Bioinsumos: Lixiviado: Biofertilizante, biofungicida y bactericida.
Extractos vegetales: bactericida: *Tagetes patula*
biofungicida *Furcraea macrophylla*
- Ramadas lixiviado : 100 Colombia, 21 Ecuador, 4 Venezuela
- Audiovisual : 1 Construcción de ramada para producción de lixiviado
1 Multimedia "Diseño y construcción de cámara térmica para la producción de semilla limpia".

Impacto Económico

- ✓ Reducción de costos en transporte semilla (plantas de menor tamaño y homogéneas).
- ✓ Reducción del 30% de los costos totales de manejo de la Sigatoka negra en Quindío, por reducción de aplicaciones, productos químicos y mano de obra.
- ✓ Reducción del 75% de los costos de fungicidas sistémicos para control Sigatoka (se paso de 12 aplicaciones anuales a solo 3+2 de lixiviado en el Quindío (Caso Don Hoover Naranjo y Don Marino).
- ✓ Reducción en costos de aplicación (al disminuir en 9 aplicaciones se ahorra \$ 75.000 x 9= \$ 675.000 anual).
- ✓ Semilla limpia y de mejor calidad.
- ✓ Recuperación de nutrientes aportados por reciclaje de nutrientes (uso de raquis), puede llegar a sustituir hasta el 25 % de los fertilizantes aportados.
- ✓ Reducción de costos de diagnóstico (Técnicas de diagnóstico disponibles).

Impacto Tecnológico

- ✓ Conformación de 3 GIAR (Grupos Gestores de Innovación en Agroindustria Rural) en Ecuador, Venezuela y Colombia.
- ✓ Se conformó el Centro de excelencia en plátano para capacitación a productores y estudiantes (antes no existía). Producción de semilla base para futuras investigaciones.
- ✓ Con el uso del lixiviado y semilla de mejor calidad, se ha podido incrementar en 20,3% el peso promedio de racimo (se paso de 14,5 kg a 18,2 kg /racimo en los últimos 2 años) Quindío.
- ✓ En las semilla ya no se transporta plagas o enfermedades (no se utiliza suelo, sino sustrato estéril)
- ✓ Producción de lixiviado en jaulas evita la diseminación del Moko en raquis enfermos (se reciclan) y se puede inactivar la bacteria.
- ✓ Diagnóstico, técnicas disponibles.
- ✓ Bancos de aislamientos de *Mycosphaerella fijiensis* y *Ralstonia solanacearum* disponibles para futuros ensayos.
- ✓ Conocimiento de variabilidad genética de *R. solanacearum*, medidas preventivas conllevaron a resolución del ICA.
- ✓ Medidas regulatorias en tratados de libre comercio.
- ✓ Genotipos resistentes constituirán la base de programas de mejoramiento genético.
- ✓ Antes se producía una semilla por cormo, ahora en cámara térmica se obtienen 8 semillas / cormo

Impacto Ambiental

- ✓ Con la aplicación del lixiviado se redujo en 25% las aplicaciones de fertilizantes químicos (aumenta calidad del suelo).
- ✓ Con la reducción de 9 aplicaciones de fungicidas sistémicos anuales, se minimiza el impacto ambiental.
- ✓ Menor exposición de operarios a productos químicos.
- ✓ Menor contaminación ambiental al emplear bioinsumos.
- ✓ Ante el Cambio Climático el consorcio posee herramientas para reaccionar ya que se logró enviar 14.500 semillas de plátano a los indígenas del Amazonas que habían perdido sus cultivos debido a la más grande inundación de los últimos 50 años.



- ✓ Se enviaron 4.500 plántulas para los Nativos de San Andrés y Providencia, quienes perdieron la semilla de plátano debido a los huracanes.

Impacto Social

- ✓ Regulación en los costos de semilla.
- ✓ El pequeño agricultor pudo acceder a semilla más económica (se pasó de \$1.200/semilla a \$650).
- ✓ Pequeños agricultores del Cauca incursionaron a mercados, por mejoras en la calidad de la fruta
- ✓ Disponibilidad de bancos de germoplasma.
- ✓ Ante la ola invernal presentada en la Amazonia, se pueden afrontar y reemplazar con variedades nuevas.
- ✓ La colección de germoplasma y el método de propagación masiva, permitieron preservar la seguridad alimentaria en las anteriores comunidades de nativos.

Alianzas del Consorcio

Internacional: FONTAGRO, CIRAD, CIAT, IICA, BID, INIA, ESPOL, INIAP

Nacional: Colombia: Fedeplátano, CORPOICA, ICA, U. Caldas, U. Nacional, U. Córdoba, U. Quindío, Musáceas del Quindío, Alcaldías (Cauca, Quindío y Valle).

Ecuador: Federación Nacional de productores plataneros del Ecuador, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-ULEAM.

Privado: Fritolay, Yupi, Sanoplant, Safer, Natural Control, Ecoflora y LST Live Systems Technology (Colombia).

Cía. Exportadora Noboa, Fábrica de chifles Yum Yam (Ecuador)

4. Análisis prospectivo

- A. La propagación masiva de semilla limpia, libre de enfermedades y a bajo costo es aplicable a todas las zonas cultivadas en plátano y banano, se debe ajustar la metodología en cada piso térmico y en cada genotipo que se quiera multiplicar.

La implementación de viveros para multiplicación masiva de plátano y banano e inclusive heliconias, garantizará la disponibilidad continua de semilla certificada, se podrá articular a programas para la vinculación de madres cabeza de familia y grupos de desplazados (caso Colombia).

Cada zona productiva podrá contar con la semilla adaptada a dichas condiciones edafoclimáticas y se eliminará el riesgo de transporte de patógenos de una zona a otra.

Hace parte de una metodología desarrollada en África, adaptada en Colombia y que se puede difundir en todas las áreas productoras en América Latina y el Caribe ALyC.

Este nuevo método de propagación debe estar ligado a un programa de supervisión y certificación de viveros de los entes en Sanidad Vegetal de cada país.

- B. El uso de residuos de cosecha para la producción de bioinsumos como el lixiviado de compost de raquis de plátano, constituye una nueva estrategia para el manejo de problemas fitosanitarios en la misma finca. El diseño de estructuras de ramadas para la producción de este biofertilizante – biofungicida es perfectamente adaptable en cualquier zona del país y de los países productores de plátano y banano; es una metodología generada por los mismos productores del Quindío y se ha adaptado en varios departamentos de Colombia, en Ecuador y Venezuela, Perú y Honduras a nivel experimental.

Constituye un punto clave para evitar la diseminación del Moko en los predios y aporta a la generación de mano de obra permanente (manejo de raquis, almacenamiento de lixiviado y aplicaciones edáficas).

Al contrarrestar el efecto del moko con extractos de plantas (*Tagetes patula*), roca fosfórica, lixiviado y antagonistas microbiológicos se evitará el uso de productos químicos esterilizantes, los cuales alteran significativamente la microfauna del suelo. Al evitarlos, se logrará recuperar el equilibrio biológico y la estabilización del sistema.

El generar un producto con efecto biofungicida, biofertilizante y biobactericida, permite minimizar los costos de producción en el cultivo en cuanto al manejo de enfermedades, costos de fertilizantes, y permite la posibilidad de vincularse a programas de certificación orgánica y BPA.

La estandarización de metodologías y protocolos de producción del lixiviado y extractos vegetales, permitirá obtener un producto comercial, garantizado y efectivo en el control de los patógenos en particular.

- C. La identificación de genotipos resistentes a Sigatoka negra y Moko, permitirá brindar una herramienta clave a los programas de fitomejoramiento, los cuales a su vez podrán combinar estas características en los materiales comerciales en las zonas productivas. Por otro lado, también se logrará incursionar con estos nuevos materiales en aquellas zonas donde el Moko devastó por completo el cultivo (ejemplo Meta, Colombia).

Se podrá evitar a futuro la desaparición de grandes zonas productoras de plátano y banano, que actualmente manejan genotipos como el plátano Dominicano Hartón altamente susceptibles a la Sigatoka negra y el Moko.

Se le brindará a comunidades indígenas y afrodescendientes, contar con una alternativa para garantizar su seguridad alimentaria, ante el riesgo de pérdida de genotipos susceptibles al Moko.

El estudio de nuevos genotipos permitirá conocer otras posibilidades de producción, frutos con mayor contenido de almidón disponible para la agroindustria de harinas y bioetanol.

5. Publicaciones y otros productos

Nacional

- a) Fitopatología Colombiana 30(1): 1-7, 2006 Variabilidad genética de *R. solanacearum* Raza 2, Agente causante del moko del plátano en Colombia ([Anexo 9](#)).
- b) Revista Asiava 78: 12-15, 2007 Nuevas alternativas para el manejo del Moko de plátano
- c) Reportes anuales CIAT (2007 a 2009) ([Anexo 10](#)).
- d) Revista Facultad Nacional de Agronomía, 2010 (*in press*), Evaluación de resistencia de genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.) ([Anexo 11](#)).
- e) Optimización de tiempo y costos en la obtención de información biológica de campo con valoración estadística. Autores: Omar Ruíz, María I. Jiménez y Sergio Bauz. Revista Tecnológica ESPOL, 21 (1): 91-98, 2008 ([Anexo 12](#)).
- f) Análisis químico de muestras de extractos de hojas y pseudotallo del cultivo de plátano (*Musa* spp.) subgrupo AAB, cultivar 'Hartón' en Macagua-Jurimiquire, Yaracuy, Venezuela. Livia Hernández G., Julitt Hernández, Elena Medina, Blas Linares, Giomar Blanco, Rogelio Ortiz, Juan Morillo (*in press 2010*).
- g) Diagnóstico de nematodos entomopatógenos en fincas productoras de plátano ubicadas en el municipio Veroes, Venezuela. Livia Hernández G., Julitt Hernández, Elena Medina, Blas Linares, Giomar Blanco, Rogelio Ortiz, Juan Morillo (*in press 2010*).
- h) Control biológico de picudos, *C. sordidus* y *M. hemipterus*, con entomopatógenos en el cultivo de plátano (*Musa* spp.) subgrupo AAB, cultivar 'Hartón' en Macagua-Jurimiquire, municipio Veroes, estado Yaracuy, Venezuela. Livia Hernández G., Julitt Hernández, Elena Medina, Blas Linares, Giomar Blanco, Rogelio Ortiz, Juan Morillo, Alexis Pérez (*in press 2010*).
- i) Fluctuación poblacional de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en plantaciones de plátano Hartón, en Macagua-Jurimiquire, municipio Veroes, estado Yaracuy. Livia Hernández G., Julitt Hernández, Elena Medina, Blas Linares, Giomar Blanco, Rogelio Ortiz, Juan Morillo, Alexis Pérez (*in press 2010*).

Internacional

- a) *Plant Soil Journal* 2010 (*in press*), Silicon on banana plant development and its potential benefit on black Sigatoka management. Authors: María I. Jiménez, M., Heasing, Helga Rodriguez, Esther Peralta, Omar Ruiz, O., and Rony Swennen.
- b) *Phytopathology* 2010 (*in press*), Evaluating the resistance of plantain and banana genotypes to black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) under greenhouse conditions.

Poster

- a) Innovaciones en el manejo de la Sigatoka Negra del Banano y Plátano en Colombia, 2010 ([Anexo 13](#)).
- b) Producción y uso de lixiviado de compost de plátano para el control de enfermedades en musáceas y otros cultivos, 2009. (Venezuela).
- c) Elaboración de lixiviado de compost del cultivo de plátano, 2009 (Venezuela).
- d) Manejo agroecológico en el cultivo de plátano y uso de lixiviados, 2009 (Venezuela).
- e) El gorgojo negro *Cosmopolites sordidus* y rayado *Metamasius hemipterus* (L.) del plátano, 2009 (Venezuela).

Publicaciones en redacción

Folleto

- a) Manejo del Moko de Plátano en el eje cafetero de Colombia, 2007 (Reimpresión 1000 ejemplares) ([Anexo 14](#)).
- b) Proceso de producción de lixiviado de raquis de plátano, 2010 (Colombia, *in press* para 1000 ejemplares) (Figura 30).
- c) Manejo agroecológico para el cultivo de plátano, preparación y uso de lixiviado, 2010 (Venezuela, 80 ejemplares).
- d) Construcción de jaula para lixiviado de compost de plátano. Macagua, 2009 (Venezuela, 50 ejemplares).
- e) Producción y uso de lixiviado de compost de plátano para el control de enfermedades en musáceas y otros cultivos, 2009. (Venezuela, 50 ejemplares).
- f) Manejo agroecológico en el cultivo de plátano y uso de lixiviados, 2009 (Venezuela, 50 ejemplares)
- g) Metodologías sobre la producción de lixiviados, 2009 (Ecuador, 200 ejemplares) (Figura 31A).
- h) Construcción y uso de cámaras térmicas, 2009 (Ecuador, 200 ejemplares) (Figura 31B).

Audiovisuales

- 1 Video sobre construcción de ramada para producción lixiviados, Fedeplátano, Alcaldía de Armenia, CIAT ([Anexo 15](#)).
- 1 Video multimedia sobre construcción de cámara térmica

PRODUCCION DE LIXIVIADO DEL RAQUIS DE PLÁTANO EN EL EJE CAFETERO DE COLOMBIA

Elizabeth Alvarez, Silverio González, Germán Castaño, Leticia Galán, Ana L. Baganos

IMPORTANCIA DEL USO DEL RAQUIS

Después de cosechar el plátano o banano, el cultivo de raquis se convierte en un recurso de alto valor. Si se maneja adecuadamente, puede ser utilizado para la producción de raquis de plátano para la producción de lixiviado. Si se maneja adecuadamente, puede ser utilizado para la producción de raquis de plátano para la producción de lixiviado.

La producción de lixiviado se realiza en una estructura denominada "ramada" que permite el escurrimiento y protección de los raquis durante su descomposición y la recolección del líquido producido (Figura 1).

CONSTRUCCION DE LA RAMADA

La ubicación de la ramada debe ser cercana a los puntos de cosecha, evitando grandes distancias de movimiento de raquis. El tamaño y número de estructuras en la finca dependen de la cantidad de raquis producida. Las ramadas para la construcción deben ser las más cercanas que sea posible y de fácil acceso por parte del cultivador. Si se construye con paja, el productor debería estar informado en cuanto a algunas enfermedades de raquis (Bacterium coprobaeum).

Superficie hecha en cemento con capa de impermeabilización. Se coloca en una pendiente central de 4% para asegurar el desplazamiento del lixiviado hacia la cámara de recolección (Figura 2).

Conectar un tubo de PVC de 2 pulgadas a la ranura en el lugar de escurrimiento del lixiviado, asegurando de una rejilla plástica para evitar el paso de partículas grandes. El tubo debe seguir hacia una cámara plástica (capacidad 200 litros), enterrada en el suelo para la recolección de lixiviado (Figura 3).





Figura 1. Esquema de ramada para producción de lixiviado.

Figura 2. Superficie de la ramada.

Figura 3. Tubo de drenaje y cámara de recolección.

Figura 30. Proceso de producción de lixiviado de raquis de plátano



Figura 31. A: Metodologías sobre la producción de lixiviados, B: Construcción y uso de cámaras térmicas

6. Informe Financiero (Anexo 16)