

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“DETERMINACION DE LA CALIDAD DE BIOFERTILIZANTES LIQUIDOS
Y ESTUDIO DEL POTENCIAL PARA LA INHIBICION DE *Mycosphaerella
fijiensis* (Morelet) EN CONDICIONES CONTROLADAS Y COMO
ALTERNATIVA EN EL MANEJO DE SIGATOKA NEGRA EN SISTEMAS
DE PRODUCCION ORGANICA”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

Eduardo Francisco Chávez Navarrete

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme siempre dado lo necesario para salir adelante, a mi tía, Nelly Chávez por su apoyo incondicional. A todo el personal del CIBE especialmente a la Dra. María Isabel Jiménez, sin su ayuda habría sido imposible realizar este trabajo.

DEDICATORIA

A MI MADRE,

A MI SOBRINA,

A MI ABUELA.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Abad M.
DELEGADO DEL DECANO DE LA
FIMCP
PRESIDENTE Y VOCAL

Ma. Isabel Jimenez F.
DIRECTORA DE TESIS

Msc Jose Ruiz de L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Eduardo F. Chávez Navarrete

RESUMEN

El banano es el cultivo de mayor importancia económica del Ecuador, constituyendo una de las fuentes principales de empleo en el área agrícola. Este cultivo se desarrolla a nivel nacional pero establecido de forma extensiva en las provincias de Guayas, Los Ríos y El Oro.

La enfermedad de la Sigatoka Negra, causada por el hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet), ocasiona grandes pérdidas en la producción mundial. Esta enfermedad se encuentra diseminada en los países productores de la fruta, y en Ecuador se encuentra presente desde 1986, reportada por primera vez en la provincia de Esmeraldas.

Aun no se ha desarrollado un método que permita controlar eficientemente la enfermedad sin la aplicación continua de fungicidas, de efectos negativos en el ambiente, con altos costos económicos y sociales.

La utilización de productos sintéticos, está siendo cuestionada debido a que es la causa de problemas de desequilibrio ambiental, además incrementan notablemente los costos de producción, y se ha comprobado que estas moléculas químicas utilizadas como ingrediente activo de los productos, inducen a mutaciones del agente causal de la enfermedad, incrementando los problemas de pérdida de sensibilidad.

Existen también haciendas productoras que buscan alternativas de control de origen orgánico. Actualmente se cuenta con algunas alternativas, como el uso de bioproductos, que pueden ayudar al control de la enfermedad. Sin embargo, la falta de información validada no permite corroborar esta hipótesis.

La siguiente investigación estuvo enfocada en el estudio de parámetros para la estandarización del proceso de producción de los productos orgánicos conocidos como Bioles, su caracterización química de nutrientes y microbiológica, y la evaluación del potencial de inhibición *in vitro* de *M. fijiensis* y su efecto en la interrelación planta- patógeno.

Para lograr los objetivos de esta investigación se ejecutaron ensayos en 3 localidades diferentes. Además, se utilizaron dos fuentes de microorganismos, unos capturados en la zona y otros comprados a una compañía local los cuales pasaron luego a ser activados. Se probaron también 3 tiempos de fermentación: uno, dos y cuatro meses. Se realizaron pruebas de campo donde se evaluaron características agronómicas y sanitarias de las áreas en aplicación. Semanalmente se evaluó la incidencia de la enfermedad usando la metodología de Stover modificada por Gauhl (1989). Se realizaron pruebas de laboratorio donde se midió el diámetro de

las colonias para comparar el efecto de los bioproductos versus controles no envenenados.

Las localidades donde fueron elaborados los bioproductos influyeron en los parámetros medidos versus la relación de las materias primas utilizadas en los tratamientos. Las poblaciones de hongos y levaduras fueron muy altas, por el contrario, las poblaciones de microorganismos perjudiciales fueron bajas. Todos los bioproductos mostraron un excelente potencial de inhibición del agente causal de sigatoka negra, en tanto que los micro y macro nutrientes presentes en los productos orgánicos nos permitirán manejar a los mismos en planes de fertilización.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE GRAFICOS.....	VIII
OBJETIVOS.....	IX
HIPOTESIS.....	X
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1. SISTEMAS DE PRODUCCION BANANERA.....	5
1.1. Producción bananera convencional.....	5
1.1.1. Fertilización.....	6
1.1.2. Protección vegetal.....	9
1.2. Producción bananera orgánica.....	11
1.2.1. Fertilización.....	12
1.2.2. Protección vegetal.....	14
1.3. Análisis comparativo entre los sistemas.....	16

CAPITULO 2

2. ENMIENDAS ORGANICAS.....	19
2.1. Enmiendas orgánicas solidas.....	20
2.1.1. Calidad y fuentes de materia prima.....	20
2.1.2. Métodos usados para la elaboración.....	22
2.2. Enmiendas orgánicas líquidas.....	23
2.2.1. Producción aeróbica	24
2.2.2. Producción anaeróbica.....	25

CAPITULO 3

3. LA CALIDAD DE LAS ENMIENDAS ORGANICAS	
LIQUIDAS.....	26
3.1. Parámetros de calidad y estándares internacionales.....	27
3.2. Ventajas de las enmiendas orgánicas líquidas.....	32
3.3. Desventajas de las enmiendas orgánicas líquidas.....	33

CAPITULO 4

4. MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN LA PRODUCCION	
BANANERA.....	34
4.1. Manejo de la enfermedad en sistemas agrícolas convencionales....	35
4.1.1. Alternativas de control.....	37

4.1.2. Problemas relacionados con los controles convencionales.....	39
4.2. Manejo de la enfermedad en sistemas agrícolas orgánicos.....	42
CAPITULO 5	
5. MATERIALES Y METODOS.....	45
5.1. Materiales.....	46
5.1.1 Materiales Biológicos.....	46
5.1.2 Material Vegetal.....	46
5.1.3 Materiales en General.....	47
5.2. Metodologías.....	47
5.2.1. Elaboración de bioproductos.....	47
5.2.2. Caracterización biológica de los bioproductos.....	50
5.2.3. Caracterización química y microbiológica de los bioproductos.....	54
5.2.4. Evaluación del efecto del bioproducto en la interacción planta – patógeno en condiciones de campo.....	55
CAPITULO 6	
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
CAPITULO 7	
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cantidad de elementos removidos por una planta de banano en producción.....	7
Tabla 2. Análisis comparativo entre los sistemas orgánico y convencional.....	17
Tabla 3. Rangos de niveles mínimos de microorganismos deseados en un bioproducto.....	31
Tabla 4. Comparación de las características de bioproductos capaces y no capaces de suprimir enfermedades.....	31
Tabla 5. Escala de índice de severidad basada en Stover y modificada por Gauhl.....	56
Tabla 6. Efecto de 2 fuentes de microorganismos: locales e importados sobre el pH de los bioproductos producidos en 3 provincias.....	59
Tabla 7. Temperatura de bioproductos procesados en 3 provincias y fermentados con dos fuentes de microorganismos.....	78
Tabla 8. Promedios de salinidad, solutos totales y conductividad eléctrica de bioproductos ubicados en 3 provincias donde se utilizaron 2 fuentes de microorganismos.....	61
Tabla 9. Análisis nutricional, promedio y coeficiente de variación de macro y micronutrientes de bioproductos procesados en la provincia del Guayas.....	64
Tabla 10. Análisis nutricional, promedio y coeficiente de variación de macro y micronutrientes de bioproductos procesados en la provincia de El Oro.....	65
Tabla 11. Análisis nutricional, promedio y coeficiente de variación de macro y micronutrientes de bioproductos procesados en la provincia de Los Ríos.....	66
Tabla 12. Población de microorganismos presentes en bioproductos.....	67
Tabla 13. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre la altura de las plantas en la provincia del Guayas.....	69
Tabla 14. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre el total de hojas de las plantas en la provincia del Guayas.....	70
Tabla 15. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre la altura de las plantas en la provincia del Los Ríos.....	72
Tabla 16. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre el total de hojas de las plantas en la provincia del Los Ríos.....	73
Tabla 17. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre la altura de las plantas en la provincia del El Oro.....	75
Tabla 18. Efecto de la aplicación de dos dosis de bioproducto sobre el total de hojas de las plantas en la provincia del El Oro.....	76

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Efecto de bioproductos sobre el peso de micelio de <i>M. fijiensis</i> a los 15 días de siembra en medio líquido.....	62
Grafico 2. Efecto de bioproducto sobre el crecimiento de colonias de <i>M. fijiensis</i> a los 15 días de siembra en medio solido.....	63
Grafico 3. Incidencia de <i>M. fijiensis</i> sobre plantas de banano tratadas con 2 dosis de bioproducto en la provincia del Guayas.....	71
Grafico 4. Incidencia de <i>M. fijiensis</i> sobre plantas de banano tratadas con 2 dosis de bioproducto en la provincia de Los Ríos.....	74
Grafico 5. Incidencia de <i>M. fijiensis</i> sobre plantas de banano tratadas con 2 dosis de bioproducto en la provincia de El Oro.....	77

OBJETIVOS

Objetivo General

- Establecer la calidad de bioproductos líquidos y evaluar el potencial sobre la inhibición in Vitro de *M. fijiensis* y el manejo de sigatoka negra a nivel pre comercial.

Objetivos Específicos

- Determinar y monitorear parámetros cuantitativos durante la preparación de bioproductos líquidos procesados con dos tipos de soluciones de microorganismos, diferentes tiempo de fermentación y en tres zonas de producción bananera Los Ríos, Guayas y El Oro.
- Analizar en condiciones in Vitro el potencial de inhibición de los bioproductos preparados sobre un aislamiento de *M. fijiensis*.
- Determinar la acción de las aplicaciones de bioproductos sobre plantas de banano del grupo Cavendish y su comportamiento frente a sigatoka negra.

HIPOTESIS

- Los bioproductos elaborados en diferentes localidades, fermentados con dos fuentes distintas de microorganismos y cosechados a 3 diferentes tiempos presentan iguales características químicas y microbiológicas.
- Los bioproductos pueden ser utilizados de forma eficientes para controlar la sigatoka negra en condiciones de campo y laboratorio.

INTRODUCCION

La producción de banano para exportación es una de las actividades económicas más importantes dentro del sistema productivo del Ecuador, con 165.000 has. aproximadamente, las cuales se encuentran establecidas principalmente en 3 provincias: Guayas con el 25%; El Oro con el 24% y Los Ríos con el 28%. Alrededor de 383.000 familias se benefician de la producción de banano, que representan un estimado del 12% de la población del Ecuador (1, 57).

La actividad bananera en el Ecuador, empezó en la década de los 40, inmediatamente se convirtió en una de las principales actividades económicas del país debido a la fuerza laboral, la inversión, el mercadeo, entre otros factores a los cuales esta actividad aporta en la economía de las regiones productoras de la fruta.

En 1997, las exportaciones bananeras llegaron a su punto más alto al ocupar el 35% de las exportaciones totales y aportar con el 3% al producto interno bruto nacional y al 16% del producto interno bruto del sector agropecuario.

Existen 4719.3 has. certificadas como orgánicas y 323.33 en proceso de transición, además se cuenta con una demanda anual con tendencias al alza de entre un 10 y 40% en los mercados a nivel mundial (37).

Por otro lado, el periodo de conversión de un sistema convencional a un orgánico es de 1 a 3 años, tiempo en el cual el productor no recibe bonificación en la fruta y por el contrario necesita una mayor inversión para el mejoramiento de sus actividades.

El banano es un cultivo muy susceptible al ataque de enfermedades y plagas, pero desde su primer reporte en 1963 en la isla de Fiji, la Sigatoka Negra ha sido la enfermedad de mayor importancia económica. Esta enfermedad es causada por el hongo Ascomyceto: *Mycosphaerella fijiensis* (37).

Reportada en Honduras en 1972, luego se diseminó por todo el continente americano, siendo su principal medio de diseminación el transporte de material infectado sobre todo de un continente al otro, además se disemina por medio del viento y la lluvia que lleva sus esporas a nivel local entre las diferentes regiones de los países productores.

Existen métodos de control de la enfermedad, como el legal, físico, cultural, biológico, y químico; siendo este último el más utilizado en la actividad bananera. Sin embargo, este método es muy cuestionado ya que los problemas de resistencia a las moléculas utilizadas, está en incremento, por tal motivo la eficiencia de esta alternativa de control cada vez es menor (36).

En bananeras denominadas orgánicas, se utilizan productos alternativos, como los biofertilizantes como estrategia para el control de la enfermedad, aun esta por determinar si estos inciden directamente sobre la enfermedad o, si ayudan a la fertilidad de los suelos y por lo tanto al vigor de las plantas lo cual ayudaría a su sistema inmunológico a defenderse del ataque de patógenos, o quizá las dos vías. Ciertamente o no, se está usando cada vez y con mayor frecuencia sin conocerse su potencial directo sobre el agente causal y en la interrelación con el hospedero.

Esta investigación esta basada en la estandarización de una metodología de elaboración de biofertilizantes líquidos, con la proyección que los productores puedan adoptarla y ponerla en práctica para reducir el número de aplicaciones de fungicidas y por lo consiguiente los problemas de sensibilidad.

Los biofertilizantes obtenidos fueron analizados en su contenido de micro como macro nutrientes, además de pruebas microbiológicas para determinar su calidad lo que permitirá recomendar la manipulación de estos productos sin el temor a la diseminación de problemas sanitarios especialmente con los operadores.

Además, tuvo como finalidad colaborar con los estudios antes realizados por el Centro de Investigaciones Biotecnológicas de Ecuador (CIBE), en la validación de la hipótesis de que productos orgánicos líquidos inciden directamente sobre el desarrollo del microorganismo agente causal de la enfermedad conocida como Sigatoka negra.

CAPITULO 1

1. SISTEMAS DE PRODUCCION BANANERA

En este capitulo se analizaran los dos sistemas de producción bananera más importantes en el país: convencional y orgánico, aquí se describirá sus principales características, las labores que se realizan en cada uno de estos sistemas, y finalmente se hará un análisis comparativo entre los sistemas.

1.1 PRODUCCION BANANERA CONVENCIONAL

Se entiende como producción agrícola convencional todo proceso en el que se utilice insumos sintéticos de manera parcial o total. De aquí que todo sistema de producción bananera que entra en este contexto es considerado

convencional; o sus múltiples sinónimos: químico, industrial, extensivo, tradicional, etc.

En la actualidad la producción bananera convencional en el país cuenta con aproximadamente 160.000 has.(58).

Este sistema productivo tiene su fundamento en la rapidez con la que actúan los insumos agrícolas, los cuales no tienen que pasar por largos procesos para ser aceptados por las plantas como ejemplo podemos citar a los fertilizantes, que elaborados a niveles industriales, contienen nutrientes de origen natural que las plantas necesitan para crecer y producir (39, 41).

Desde su utilización en la agricultura, los insumos químicos han sido para los productores la herramienta principal para incrementar la producción de sus cultivos por medio de fertilizaciones y protegerlos de plagas y enfermedades con el uso de plaguicidas.

1.1.1 FERTILIZACION

La fertilización tiene la finalidad de suministrar a la planta los nutrientes que no existen en el suelo, o que de existir, están presentes en cantidades muy bajas o en condiciones no disponibles, para el óptimo desarrollo de la planta.

No se puede describir una “receta de fertilización” que garantice la maximización de la producción para todo tipo de suelos, pero si se puede describir los elementos que una planta de banano, en su máxima producción, extrae del suelo.

**TABLA No. 1
CANTIDADES DE ELEMENTOS REMOVIDOS POR LA PLANTA DE
BANANO EN PRODUCCIÓN.**

Elemento	Kg/ha/año
Nitrógeno	126.2
Fósforo	14.5
Potasio	399
Magnesio	10.2
Calcio	20.3

Hierro	1.6
Cobre	0.3
Zinc	0.8
Manganeso	0.8

Se podría inferir que los elementos más importantes dentro de un plan de fertilización son Nitrógeno (N) Fósforo (P) y Potasio (K), macroelementos, pero investigaciones con elementos menores, o microelementos, han demostrado que estos son tan necesarios como los macro nutrientes pero la cantidad en que se los necesita son mínimas (39, 41).

El nitrógeno es uno de los elementos que se encuentra en menor cantidad en los suelos y por lo tanto no supe las necesidades de la planta por lo que siempre esta presente en los programas de fertilización, regularmente este elemento es suministrado a la planta en forma de urea (46% N), estudios realizados con este producto sugieren dosis de 320 kg/ha al año dividida en 8 aplicaciones (41).

Para que la planta sea capaz de asimilar ese nitrógeno en forma de urea, esta tiene que pasar por un proceso de hidrolisis donde intervienen factores como agua y temperatura. Para luego transformar el NH_4 en NH_3 que es la forma en que la planta lo asimila.

El potasio es considerado el elemento principal en un plan de fertilización bananera ya que la planta lo requiere en cantidades altas, si bien es cierto, el suelo puede suplir cierta cantidad, y es indispensable mantener nuestro suelo con alta disponibilidad de este elemento para la planta (41).

Es importante indicar que la planta no toma este elemento del suelo como simple K, sino que este tiene que hidrolizarse, y transformarse en K_2O para poder entrar en el sistema radicular de la planta.

Existen varias fuentes de potasio disponibles en un sistema de producción convencional. En el siguiente cuadro se describirán los diferentes tipos de fertilizantes que se usan en la producción bananera.

1.1.2 PROTECCION VEGETAL

El banano, planta con alta producción de carbohidratos, es altamente susceptible a múltiples plagas y enfermedades, desde insectos, bacterias, hongos, nematodos y virus, que afectan considerablemente la producción del banano.

Existen tres tipos de nematodos que afectan a las raíces de la planta de banano, de acuerdo a su importancia y población estos son: *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, cuyas poblaciones en algunos casos supera la de *Radopholus similis*, y, *Meloidogyne incognita* (26).

El manejo de nematodos se lo efectúa mediante preparación de suelos, con mucha anticipación a la siembra, además de la limpieza de material de siembra eliminando tejido necrótico para luego ser sumergido en una mezcla de agua más nematicida por 15 minutos. Luego de la siembra se debe monitorear la población de nematodos, en algunos casos se aplican nematicidas de 2 a 3 veces por año (26, 51).

En el sistema de producción intensivo, el problema de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es importante ya que el uso de una sola variedad como planta hospedera le permite a la plaga multiplicarse de manera intensiva, el daño lo hace la larva la cual se alimenta del cormo, de la perifera hacia el centro, lo que representa reducción de salida de raíces debilitando la unidad de producción. En 1991 los daños reportados por este insecto se ubicaron entre el 25 y 90%. (51).

El tratamiento de las semillas con agua caliente es uno de los controles culturales que más se aplica en el control de picudo negro, aunque este método ha sido cuestionado ya que una inmersión mayor a la recomendada podría afectar la germinación (8).

La elaboración de trampas con pseudotallo fresco cortado en pedazos y con feromonas agregadas en el mismo es otro método efectivo de capturar picudos, recomendándose no menos de 25 trampas por hectárea (8).

1.2 PRODUCCION BANANERA ORGANICA

La agricultura orgánica tiene como sustento conceptual la conservación de los suelos, la fertilización orgánica y la conservación de la diversidad. En este sistema de producción, las plagas y enfermedades se las trata de manejar mediante métodos manuales, biológicos o la combinación de los mismos.

En Ecuador, este sistema de producción data desde hace mas de 10 años, pero no es sino hasta 2001, donde comienza a tener connotación en la actividad bananera debido a la creciente demanda en los mercados europeos (1, 56).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, el país incremento de 4.179 a 13.767 has. de banano orgánico certificado entre el 2004 al 2006, esto es un crecimiento del 290%.

La actividad orgánica es regulada bajo normas internacionales reconocidas y organismos que certifican que los agricultores que la practican cumplan con estas normas.

1.2.1 FERTILIZACION

La aplicación de abonos orgánicos es una práctica muy utilizada a nivel mundial, su efecto positivo en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo hace de esta practica una de las mas importantes a considerar en la agricultura orgánica (39).

Los fertilizantes orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidades apreciables de materia orgánica y a los cultivos elementos nutritivos asimilables en forma orgánica, estos elementos contienen principalmente: Nitrógeno, Fosforo y Potasio y en menos cantidad: Magnesio, Sodio, Azufre, entre otros (39).

Uno de las principales limitantes en la elaboración de abonos orgánicos es la materia prima a utilizar, residuos vegetales, residuos animales, desechos domésticos, compostas y vermicompostas, algas y turbas son opciones para suplir la demanda de material orgánico (64).

El nitrógeno es el elemento de mayor importancia al considerar un abono orgánico de calidad, la complejidad de su dinámica química, y

la pérdida de este elemento por volatilización o lixiviación, hacen del nitrógeno básico en el manejo de fertilización del banano (25).

Por lo anterior, una larga lista de materiales con alto contenido de nitrógeno se han usado como fertilizantes, uno de los de mayor uso es la gallinaza, que alcanza valores de 4.5 y hasta 6% en su estado puro, una consideración importante es que este material presenta en este estado de pureza presenta niveles altísimos de amoníaco (N-NH_4), lo cual lo hace muy volátil y fitotóxico.

Esta no es la única opción, residuos animales como harina de sangre, lombricompostos, algas marinas, asociaciones con leguminosas, entre otros también son aplicados al banano con el objetivo de satisfacer los requerimientos de nitrógeno en el cultivo, cabe señalar que todos los materiales enlistados tienen sus normas de consideración al momento de su uso (25).

El potasio, elemento más requerido por la planta de banano, se encuentra en residuos suculentos de frutas y verduras, compost de residuos de postcosecha bananera, tales como: raquis y fruta de

rechazo aplicados directamente a las parcelas han aportado hasta con el 20% del potasio requerido por la plata (25, 41).

Los residuos vegetales tienen como característica bajos niveles de fósforos, alrededor de 0.5% como constante, la aplicación de roca fosfórica como fuente de fósforo es muy común en plantaciones orgánicas. Aplicaciones de micorrizas arbusculares ayuda a mejorar la morfología del sistema radicular que incrementa la capacidad de las plantas a adquirir nutrimentos desde el suelo, especialmente fosforo (39).

1.2.2 PROTECCION VEGETAL

La sigatoka negra (*Micospharella fijiensis*) es sin lugar a dudas la principal limitante al momento del establecimiento de plantaciones orgánicas debido a las condiciones de precipitación y temperatura.

La utilización de material genético resistente a esta enfermedad aparece como principal alternativa para el control de la misma. Variedades resistentes y con características de sabor similares a las

de la variedad Cavendish están siendo probadas en Honduras con mucha expectativa (32).

Prácticas culturales directamente relacionadas con la enfermedad son muy importantes para un manejo eficiente de la sigatoka negra en una plantación orgánica, labores como podas fitosanitarias, buen drenaje, adecuada nutrición, apropiada distribución de la densidad de siembra entre otras.

Para el control de nematodos siempre va a ser importante la preparación del suelo, en zonas con altas poblaciones de nematodos se recomienda una larga preparación con inversión del prisma (51).

Prácticas culturales como limpieza de cormos, mediante sumersión del material en agua caliente ayuda a reducir el peligro de introducir nematodos por medio del material de siembra, al momento de realizar esta práctica es aconsejable retirar las partes necrosadas, práctica que también es muy utilizada para control de picudo negro (46).

La inoculación de material de siembra con micorrizas arbustivas es otra opción para el manejo de nematodos; sin embargo, aun no está claro como las micorrizas ayudan a las raíces a repeler el ataque de nematodos, pero ciertamente se obtienen raíces más fuertes y más sanas (46).

Filtrados obtenidos del cultivo de *Paecilomyces lilacinus* causan la inhibición de la eclosión de las ootecas de *Meloidogyne* spp., y entre un 99.3 y 99% de inhibición de la movilización de sus larvas (51).

El manejo del picudo negro en plantaciones orgánicas se lo realiza mediante la colocación de trampas que contienen microorganismos antagónicos al picudo negro, estos pueden ser los hongos entomopatógenos tales como: *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae*.

Pheidole megacephala (hormiga leona) se utiliza para disminuir la población de larvas de picudo negro, otra hormiga empleada en el control de la *Tetramonium guineense*, el uso de hormigas como

entomopatógenos en banano a permitido la reducción de las poblaciones de este insecto plaga en las plantaciones (51).

1.3 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS

No existe suficiente literatura que respalde y compare las ventajas y desventajas de ambos sistemas. De manera general, la repercusión en el ambiente del uso o no uso de productos de origen sintético son las diferencias más notables entre los sistemas orgánicos o convencionales; pero entre estos dos sistemas existen otras diferencias enlistadas a continuación (Tabla 2)

Tabla No. 2 Análisis comparativo entre los sistemas orgánico y convencional

	Orgánico	Convencional
Calidad Nutritiva	Mas hierro, fosforo y Vitamina C fueron encontrados en productos orgánicos	Mayor concentración de nitratos y metales pesados
Costos de producción	Muy altos al inicio, mas tienden a la estabilidad de acuerdo al cultivo que se esté manejando	Es estable aunque tiene sus picos en la siembra y en la parte de crecimiento vegetativo

Investigación y disponibilidad de productos en el mercado	En constante desarrollo, aun existe deficiencia en investigación científica que corrobore las hipótesis obtenidas de forma empírica, aun no están totalmente desarrollado los productos disponibles para los agricultores pero ya existen algunos con resultados promisorios	Existe amplia gama de productos así como investigación realizada en este sentido herbicidas, insecticidas, etc. cuentan con basta información para su utilización.
Producción	Es baja al empezar la producción aunque luego se normaliza	Es muy alta en los primeros años de producción pero decae por el continuo uso de productos sintéticos.
Comercialización y precios	Precios muy atractivos para los agricultores aunque existen normas de producción que los países compradores exigen a los productores, están normas son reguladas por certificaciones	Los precios fluctúan durante el año, así encontramos épocas con precios muy favorables y otras con precios muy deplorables, las actividades y productos envueltos en la producción convencional de exportación están empezando a ser reguladas.

CAPITULO 2

2. ENMIENDAS ORGANICAS

Los abonos orgánicos son enmiendas a base de productos de origen animal o vegetal que se incorporan al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, o que se aplican al follaje para potenciar su vigor y resistencia.

El empleo de enmiendas orgánicas permite aportar elementos nutritivos en forma orgánica al suelo, con lo que se incrementa el nivel de fertilidad así como la reserva de los mismos. Elementos móviles como el nitrógeno permanecen retenidos al suelo debido a su liberación lenta y progresiva de esta forma se

disminuye las pérdidas por lixiviación de este elemento: además, el humus ejerce un estímulo a la vida de microbiana del suelo y a la actividad radicular (22).

2.1 ENMIENDAS ORGÁNICAS SÓLIDAS

Son obtenidos a partir de la descomposición de residuos orgánicos, esto se produce cuando materiales de origen vegetal o animal se biodegradan por acción bacteriana, de hongos, insectos, artrópodos y otros organismos (22).

La elaboración de enmiendas orgánicas sólidas se puede describir como el proceso por el cual la materia orgánica prima es descompuesta de forma controlada, imitando los ciclos naturales de fermentación. Este proceso de descomposición es realizado principalmente por medio de bacterias aeróbicas termófilas y las temperaturas alcanzadas son superiores a los 60° C (25).

2.1.1 CALIDAD Y FUENTES DE MATERIA PRIMA

La calidad de los abonos orgánicos es relativa. El abono orgánico tiene un perfil nutricional que puede o no resultar idóneo para el escenario de clima, suelo y cultivo en el cual va a actuar; sin embargo,

existen factores importantes al momento de determinar la calidad de una enmienda orgánica (25).

Contenido de nutrientes: Debe conocerse el contenido mínimo de N, P₂O₅ y K₂O expresado como porcentaje en base seca.

Contenido de humedad: Importante a la hora de almacenar, si se lo hace muy húmedo se crean condiciones para anaerobiosis indeseable que al final conlleva a la compactación indeseable del producto, de otra parte, si esta muy seco, el abono orgánico se torna hidrófobo o sea resistente al mojado, la humedad optima esta en forma general en un rango de 30 a 35 % en base seca.

Estabilidad: El abono orgánico no debe despedir olores amoniacales o de basura en descomposición, si ocurre hay posibles pérdidas de nitrógeno por volatilización.

pH: optimo entre 5.5

La correcta combinación de materiales para la elaboración de enmiendas orgánicas sean estas sólidas o líquidas, es primordial para obtener un producto con características nutricionales ideales. En este contexto dos parámetros son de particular importancia: el contenido de humedad y la relación Carbono – Nitrógeno (C/N) (30, 31).

2.1.2 METODOS USADOS PARA LA ELABORACION

Compostaje: Es un proceso biooxidativo en el que la temperatura, humedad y aireación son muy importantes para una correcta descomposición microbiana, al proceso entran los residuos y desperdicios orgánicos que se pueden llamar compostables. Ocurre la descomposición que es el proceso y al final se obtiene composta con materia orgánica estabilizada, en un proceso de compostaje la temperatura alcanza hasta 70° C y la humedad entre un 35 y 70%.

Lombricompostaje: cuando el anélido lombriz de tierra ingiere residuos orgánicos sólidos, los aprovecha y expelle excretas, se tiene el proceso de lombricompostaje, las lombrices que aquí trabajan pertenecen al grupo de las epigeas, para la obtención de un lombricompostado de buenas características agronómicas se tienen

que tener en cuenta parámetros como: un residuo orgánico sólido, idóneo y disponible, humedad adecuada, aireación y ausencia de enemigos naturales, el producto final debe de tener un pH cercano a 7.

Troceado y molido: Como proceso independiente o complementario para el ataque microbio como labor previa a los procesos de compostaje y lombricompostaje, los materiales gruesos deben de ser troceados como ramas y tronco de arboles.

2.2 ENMIENDAS ORGANICAS LIQUIDAS

Consiste en soluciones de agua con estiércol fresco o previamente compostado y elementos nutritivos mayores y/o menores, la adición de microorganismos eficientes, melaza y en algunas ocasiones levadura hacen de las enmiendas orgánicas líquidas sean un producto bioestimulante y supresor de problemas fitosanitarios, lo cual esta mas allá de los efectos que puedan ofrecer los nutrientes por separado (25).

Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, aminoácidos y una gran cantidad de microorganismos benéficos

que permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo (65).

2.2.1 PRODUCCION AEROBICA

Lixiviados de compost: Es una solución de color oscuro, que usualmente se encuentra en la parte mas baja de las pilas de compost, son ricos en sustancias nutritivas aunque se tiene que tener en cuenta que en la parte temprana del proceso de compostaje el lixiviado que de allí se obtiene puede venir cargado de patógenos (15).

Estudios realizados en varios países, entre ellos Costa Rica, demuestran que los lixiviados tienen una acción fitosanitaria en un amplio rango de enfermedades en tomate, manzano y banano.

Te de compost: Se preparan a partir de bochashi, compost, lombricompost, o excremento fresco de animales, la forma mas sencilla de elaboración es agregando de dos a tres kilos de los elementos antes detallados en un tanque con agua, para luego dejar fermentar

por un tiempo que ira de acuerdo al criterio del agricultor y dependiendo de las condiciones climáticas (15).

2.2.2 PRODUCCION ANAEROBICA

Bioles: son una fuente de nutrientes solubles, elaborada a partir de excretas de animales, residuos vegetales, fuentes de microorganismos y fuentes de energía.

Existen diferentes formas en que este bioproducto es elaborado, el tipo y las cantidades de materias primas utilizadas así como el tiempo, pH, humedad, entre otros factores, varían. Por lo general, el proceso de elaboración consta de las siguientes partes: recolección del estiércol, adición de agua, melaza y microorganismos eficientes, seguido por la mezcla homogénea de todos los ingredientes. Luego se procede a tapar herméticamente el envase durante el tiempo en que la fermentación va a tener lugar.

Purines: Muy parecido a los bioles, la diferencia es que este cuenta con un macerado de algún vegetal especial, como ortiga, cola de

caballo o leguminosa, dependiendo del uso que se le quiera dar a este producto (25).

CAPITULO 3

3. LA CALIDAD DE LAS ENMIENDAS ORGANICAS

LIQUIDAS

La calidad, en los biofertilizantes líquidos, se refiere a factores tales como madurez, minerales presentes y contenido de microorganismos, los cuales pueden variar de lote en lote debido a la diversidad de materia prima utilizada, como también al tipo de elaboración. La naturaleza de los materiales, la relación C:N y las condiciones físico-químicas tales como temperatura, humedad, pH y presencia de oxígeno, son factores clave para la obtención del tipo de producto deseado y su calidad (30, 31).

3.1 PARAMETROS DE CALIDAD Y ESTANDARES INTERNACIONALES

Materia prima.- tipo de estiércol y calidad del compost, este último para el caso de los lixiviados y té de compost. La utilización de estiércol fresco o sólido debe ser regulado así como las técnicas de elaboración de compost del que se extraerán té y lixiviados.

Temperatura.- este parámetro es muy importante en la presencia de minerales y también en el crecimiento de microorganismos presentes en la solución. Altas temperaturas volatilizan los nutrientes mientras que las bajas temperaturas impiden el desarrollo de microorganismos.

La temperatura es un indicador importante del tipo de microorganismos que han proliferado durante el proceso de elaboración de los biofertilizantes.

Otro factor que puede ser determinado mediante el control de temperatura es el oxígeno. El incremento de temperatura en el proceso de compostaje se debe al crecimiento de bacterias y hongos, lo que a su vez significa una reducción del nivel de oxígeno presente en el medio por ende el inicio de un proceso anaeróbico.

Aditivos.- como melaza, microorganismos eficientes, entre otros deben estar presentes en cantidades necesarias y suficientes. Es decir, el éxito en la obtención de un bioproducto consistente, efectivo y de alta calidad depende del balance de los ingredientes presentes en la elaboración del mismo.

Los microorganismos eficientes (EM) son una combinación de microorganismos benéficos de origen natural. Los principales organismos que forman parte de este complejo son bacterias fototrópicas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. Estos microorganismos al entrar en contacto con la materia orgánica secretan sustancias benéficas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y sustancias antioxidantes (30, 31).

La efectividad de los biofertilizantes estará, entonces, determinada por la presencia y calidad de microorganismos eficientes en la solución en proceso.

Oxígeno.- la presencia o ausencia de oxígeno es determinante en cada proceso de elaboración de biofertilizantes líquidos. En el caso de los bioles, el proceso se da en forma anaeróbica, mientras que los lixiviados y tés de

compost se producen en presencia de oxígeno. Bajos niveles de oxígeno en la elaboración de té pueden causar la proliferación de microorganismos anaeróbicos los cuales producirían materiales potencialmente tóxicos para las plantas (31).

Por otra parte, niveles excesivos de oxígeno en la elaboración de té pueden resultar negativos para microorganismos benéficos. Regularmente esto no sucede a menos que el fabricante adicione peróxido de hidrógeno u ozono al agua (31).

Tiempo.- este parámetro está relacionado en forma indirecta con la temperatura, a mayor temperatura menor el tiempo necesario para la obtención de los biofertilizantes y viceversa. Algunas haciendas permiten que la fermentación del biol se de durante 21 días, otras 30 días (en el caso de la Costa) y de más de 50 días para el caso de la Sierra (65).

Agua.- altas cantidades de sales, metales pesados, nitratos, cloro, carbonatos y sulfatos, así como aguas contaminadas con microorganismos patógenos de humanos, animales o plantas, no deben ser utilizados en la elaboración de biofertilizantes. Un completo análisis de calidad de agua es

necesario para la estandarización en la elaboración de biofertilizantes líquidos.

pH.- el pH del agua con el que se inicia el proceso debe estar entre 6.5 y 7.5 para favorecer al desarrollo de los microorganismos.

El establecimiento de estándares para la producción de biofertilizantes es muy necesario para la eliminación de la variabilidad de los efectos de los diferentes biofertilizantes. Para obtener un producto consistente, las condiciones deben ser las mismas desde el inicio hasta el final de los procesos de fermentación.

Las principales condiciones que se deben estandarizar en el proceso de elaboración de biofertilizantes son la temperatura, el agua, el oxígeno, la materia prima y sustancias aditivas empleadas (30).

Ingham (2005) sugiere ciertos rangos en las cantidades de microorganismos presentes en téis de compost que han sido estudiados y sugiere que la aplicación de un bioproducto con este tipo de microorganismos, en las cantidades expuestas en la cuadro No. 2 evita la

colonización de organismos patógenos debido a la acción protectante que realiza la biomasa bacteriana (65%) y fúngica (5%) en las hojas. Del mismo modo, realizó varios estudios con tés de compost que tenían propiedades supresoras y no supresoras de enfermedades. Las características de cada uno de estos tés se muestran en la cuadro No. 3.

**TABLA No 3.
RANGOS DE NIVELES MÍNIMOS DE MICROORGANISMOS
DESEADOS EN UN BIOPRODUCTO**

	Bact. Activas µg	Bact. totales µg	Hongos Activos µg	Hongos Totales µg	Protoz. Flag.	Protoz. Ameb. #	Protoz. Ciliados	Nemát. Benéf.
1 ml de Té de compost	10-150	150-300	2-10	2-20	1000	1000	20-50	210

TABLA No 4.
COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TÉS
CAPACES Y NO CAPACES DE SUPRIMIR ENFERMEDADES.

	Té no supresor	Té supresor
Métodos de Plato		
Bacterias Aeróbicas	1.6 (0.5) x 10 ⁸	1.6(0.7) x 10 ⁸
Pseudomonas	5.0 (1.4) x 10 ³	1.2 (0.2) x 10 ³
Productores de celulosa	35 (12)	210 (43)
Bacillus	7.9 (0.4) x 10 ²	0.3 (0.1) x 10 ²
Microscopía directa		
Bacterias activas	8.0 (2.6)	12.7 (5)
Bacterias totales	25.1 (1.0)	245 (34)
Hongos activos	0.00	3.76
Hongos Totales	0.35 (0.12)	11.1 (2.33)
Cubierta de hojas %		
Cubierta bacteriana	27 (4.7)	86.9 (9.7)
Cubierta fúngica	0.00	5.1 (0.6)
Enfermedad (5 plantas de tomate)	Todas las plantas murieron.	Todas las plantas produjeron fruto.

3.2 VENTAJAS DE LAS ENMIENDAS ORGANICAS LIQUIDAS

Ingham 2005, cita algunas ventajas si se obtiene una enmienda orgánica de calidad entre las mas importantes tenemos:

- Los patógenos no podrían infectar el tejido vegetal ya que el sitio por el que ingresan (hojas o raíces) estaría “ocupado” por organismos benéficos.
- Los organismos benéficos presentes en abonos orgánicos líquidos se alimentan de los exudados de las plantas, con esta premisa, los organismos causantes de enfermedades no tendrían de que alimentarse.
- En aplicaciones foliares, los nutrientes son retenidos en la superficie de la hoja y se vuelven disponibles para las plantas con el tiempo, mejorando así la nutrición y estado fitosanitario de las plantas.
- En aplicaciones al suelo, se mejora la estructura del mismo, teniendo mejores niveles de aireación y mayor cantidad de oxígeno que ingresa a las raíces. Con esto se incrementa el crecimiento radicular de la planta, su absorción de nutrientes y el uso de agua para riego se disminuye en algunos casos hasta en 50%.
- Se reduce el riesgo de intoxicación por mal manejo de agroquímicos.
- Se reducen el costo por compra de insumos químicos.

3.3 DESVENTAJAS DE LAS ENMIENDAS ORGANICAS LIQUIDAS

No existe información estadística que cuantifique daños por la aplicación de bioproductos líquidos, sin embargo, mediante conversaciones con productores se conoce que la aplicación de bioproducto líquido puro a plantas en estado fisiológico temprano “quema” las hojas de las mismas.

CAPITULO 4

4. MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN LA PRODUCCION BANANERA

En este capítulo se tratará sobre el manejo de la enfermedad en plantaciones agrícolas convencionales, las alternativas de control, los problemas relacionados con los controles químicos y el manejo de la Sigatoka en bananeras orgánicas.

4.1 MANEJO DE LA ENFERMEDAD EN SISTEMAS AGRICOLAS

CONVENCIONALES

Sin lugar a dudas, la enfermedad conocida como Sigatoka negra (*M. fijiensis*) es la más importante y la más complicada de controlar en sistemas de producción extensivos.

En el año de 1998, la producción bananera experimento un declive en sus rendimientos debido a la corriente del niño, estas lluvias excesivas incrementaron la agresividad de la enfermedad y la posterior perdida de importantes áreas de cultivo, con estos antecedentes se tuvo como objetivo la determinación de las causas que provocaron la falta de acción de los fungicidas (45).

Los fungicidas son la principal herramienta a emplear en el manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en sistemas convencionales, estos pueden agruparse en tres categorías: protectores, de acción sistémica local y sistémica, dentro de los cuales se encuentran fungicidas con modo de acción distintos pertenecientes a diferentes familias químicas. Como complemento de los fungicidas se utilizan el aceite agrícola, el cual posee propiedades importantes para el combate del patógeno entre la que se

incluyen una mejor penetración, distribución, permanencia del fungicidas aplicado, así como su efecto fungistático (52).

Los ciclos de aplicación de estos fungicidas varia de acuerdo a las provincias y sus condiciones climáticas, por ejemplo, mientras que en Los Ríos, se aplican entre 25-29 ciclos por año, en el Oro solo se lo hace entre 12-16 veces mientras Guayas se mantiene entre 20-24, los costos también varían de acuerdo a la provincia donde se realice la aplicación, así tenemos entre \$430-\$800, \$500-\$600 y \$400-\$600 respectivamente (1, 58).

Una herramienta básica en el manejo de la Sigatoka negra, independientemente si es orgánico o convencional, es el sistema de preaviso biológico, este sistema se basa en el análisis de descriptores biológicos y climáticos para la aplicación oportuna de los fungicidas en periodos en los cuales la severidad de la enfermedad comienza a incrementar y las condiciones climáticas que conducen a un favorable desarrollo del patógeno. El preaviso es basado en la observación semanal de los síntomas en las hojas jóvenes de plantas en crecimiento activo (29).

Se ha planteado la posibilidad de integrar diferentes practicas de manejo, teniendo en cuenta que aunque el manejo químico representa una herramienta de gran importancia en el combate de las Sigatoka, la capacidad competitiva de los agentes causales y su habilidad de reproducción y persistencia en la superficie foliar, puede ser contrarrestadas con el manejo adecuado de las condiciones nutricionales y con labores de cultivo que logran reducir las condiciones que favorecen el proceso de infección del agente causal. Es por ello que las prácticas de naturaleza química o cultural, sumadas al uso de una variedad resistente o tolerante, representan parte fundamental de una estrategia integrada para el manejo de las Sigatoka Negra. (29).

4.1.1 ALTERNATIVAS DE CONTROL

En la última década, se ha investigado el uso de extractos botánicos, sustratos, antagonistas y enmiendas orgánicas que puedan proporcionar protección más duradera, menos tóxica y más económica (22).

En la actualidad, se está trabajando e investigando también métodos de inducción de resistencia, utilización de bacterias epífitas aisladas

tipo quitinolíticas y glucanolíticas, y la utilización de diferentes lixiviados, tanto de compostaje como de lombricompost (5, 6).

Los extractos botánicos poseen compuestos polifenoles, cumarinas, flavonoides, quinonas, esteroides, triterpenos, saponinas, los cuales son reportados en la literatura con actividad antifúngica o como inductores de resistencia (5).

El aceite esencial obtenido a partir de hojas de zacate de limón (*Cymbopogon citratus*), que es rico en citral, myrceno, dipenteno, methylheptenona, ciertos alcoholes y ácidos volátiles, presentó actividad antifúngica contra *Mycosphaerella fijiensis* en bio-ensayos in vitro (49).

Así mismo, estudios empleando extractos botánicos de *Syzigium aromaticum*, *Commelina difusa*, *Momordica charantia*, *Pavonia sp.*, *Plenax sp.*, *Piper hispidum*, *P. Peltatum* y *Sida rhombifolia* contra *M. fijiensis*, revelaron un poder inhibitorio hasta del 30% contra ese patógeno. En Venezuela y Colombia se han reportado estudios con extractos etanolicos de *Heliotropium indicum*, *Lippia organoides*,

Phyllanthus niruri, *Momordica charantia*, *Awinglea glutinosa*, *Salvia officinalis*, *Carica papaya*, *Azadirachta indica* y *Jatropha* spp. para el control de la Sigatoka Negra, en donde los autores encontraron que hubo respuesta de sensibilidad del hongo a los tratamientos (49).

Un aspecto importante, aunque ha sido poco estudiado, es la producción en sistemas de cultivos mixtos, ya sea de diferentes especies o bien del mismo banano pero con genotipos con diferente grado de resistencia a la Sigatoka Negra. Este sistema podría reducir la cantidad de inóculo, al incrementar labiodiversidad de organismos como bacterias promotoras del crecimiento, antagonistas y competidores (12).

4.1.2 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS CONTROLES

CONVENCIONALES

Uno de los problemas resultantes de la aplicación de productos químicos en el control de la Sigatoka negra, es la resistencia que desarrolla el patógeno hacia sustancias químicas utilizadas en el control.

Algunos de los fungicidas más utilizados en el control de la Sigatoka negra, especialmente en cultivos dedicados a la producción de fruta para la exportación, pertenecen al grupo de los benzimidazoles, los cuales ejercen su actividad sobre la división celular del hongo al nivel de la mitosis. No obstante, se ha observado que la eficiencia de estos productos se ha reducido debido a la presencia de poblaciones resistentes del hongo, especialmente cuando el producto se usa de forma intensiva (8).

La resistencia a fungicidas debe de ser considerada como un fenómeno normal, y es la respuesta por sobrevivir de un organismo ante la presión de un factor externo.

En países como Costa Rica, la pérdida de sensibilidad por parte del agente causal de la enfermedad hacia los fungicidas ha sido muy notable, a inicios del 2001 ya se notaron los primeros indicios de pérdida de sensibilidad al azoxistrobina, luego de que el mismo fue utilizado en mas de 25 aplicaciones anuales en alternancia con otros productos, entre 2001 y 2003 la resistencia a las estrobilurinas se

distribuyo ampliamente y la mutación G143A, se detecto en diferentes fincas (29).

Aunque fungicidas como el tridemorph, de amplio uso, ha mantenido su nivel de eficacia en el control de la enfermedad, este mantiene bajo monitoreo constante de sensibilidad (43).

En plantaciones bananeras, la aspersion aérea es una técnica rápida para aplicar plaguicidas en áreas grandes; sin embargo, el escurrimiento de los sitios de almacenamiento y pistas de aterrizaje, así como la deriva de agroquímicos de los sitios tratados pueden contaminar los sistemas acuáticos y terrestres cercanos. (43).

En países como México y Costa Rica se han encontrado concentraciones altas en aguas de drenes adyacentes a las plantaciones, donde el nivel de contaminación por propiconazol llega hasta 24.2 µg/l, otro de los fungicidas encontrado en aguas de drenaje ha sido el Mancozeb, donde se registran residuos de hasta 2.38 µg/l. Los fungicidas son aplicados uniformemente por lo tanto, tienen directo contacto con organismos acuáticos y terrestres. El Clorotalonil

es conocido por ser toxico a invertebrados acuáticos y peces, mientras que el Mancozeb posee propiedades carcinógenas y el Benomyl es teratogenico (44)

Está muy claro entonces que todo esfuerzo debe ser siempre enfocado a la prevención, para retardar al máximo la aparición de la enfermedad y esto solo se puede lograr aplicando de manera conciente y eficiente los fungicidas, optimizando su uso con estrategias anti-resistencia (29).

4.2 MANEJO DE LA ENFERMEDAD EN SISTEMAS AGRICOLAS

ORGANICOS

El control de la enfermedad en plantaciones orgánicas es una de las principales limitantes para alcanzar producciones comparables con la que cuenta la producción bananera convencional.

Uno de los métodos de control más promisorios a la hora del control de la enfermedad en medios orgánicos es el uso de variedades resistentes, avances muy alentadores has sido realizados por la Fundación Hondureña de investigación agrícola (FHIA), con sus clones FHIA-01 y FHIA-02, sin

embargo los mismos no han alcanzado estándares de calidad de la fruta, como sabor (29).

En plantaciones nuevas se recomienda escoger lugares de siembra donde las condiciones climáticas sean menos propicias para el desarrollo del hongo, si esto no es posible, se sugiere sembrar en época no lluviosa y con temperaturas moderadas con el objetivo de reducir el riesgo de infección en edad temprana de la planta (39).

Hollier et al, en el 2004 describió al manejo integrado de plagas como la mejor alternativa de manejo de la enfermedad en plantaciones orgánicas.

Se han sugerido una serie de practicas en el manejo integrado de enfermedades, como la remoción total o parcial de hojas necrosadas por la enfermedad, esto contribuye a la reducción de fuente de inóculo dentro de la plantación.

Una estrategia viable para el tratamiento de los desechos de hojas infectadas es la minicostaje de las mismas, esta se realiza entre las calles a una distancia de 5 a 6 metros (29, 54).

Los sistemas de riego y drenajes son una parte importante en el manejo eficiente de la enfermedad, estudios en México mostraron que métodos de riego por aspersión aérea, simulación del efecto lluvia, son los que tienen mayor influencia en el desarrollo de la enfermedad, los métodos de riego por goteo e inundación presentaron una menor severidad y mayor porcentaje de follaje sano (54).

El manejo ecológico del suelo requiere de delicadas prácticas destinadas a mantener sus condiciones físicas, químicas y biológicas, los abonos orgánicos aplicados al follaje o a la raíz cumplen satisfactoriamente con esta función (54).

El mantenimiento de la ecología del suelo junto con un buen contenido de nutrimentos constituye la mejor estrategia de nutrición para las plantas a fin de que éstas puedan defenderse de manera natural del ataque tanto de patógenos como de insectos plaga.

La teoría de la trofobiosis sugiere que las defensas orgánicas de los vegetales están determinadas por la nutrición equilibrada. Este equilibrio

nutritivo impide la acumulación de azúcares y aminoácidos libres en la savia las mismas que sirven de alimento para plagas (64, 65).

Otras prácticas como densidad de siembra y control de malezas también son importantes, una alta densidad de siembra podría ser una alternativa para el incremento de la producción por unidad de superficie, mientras que un efectivo control de malezas permite una aireación adecuada y evita las condiciones de alta humedad relativa.

CAPITULO 5

5. MATERIALES Y METODOS

El desarrollo de la presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), edificio PROTAL de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus “Gustavo Galindo” ubicado en el Km. 30.5 de la vía Perimetral, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. La ESPOL se encuentra ubicada a 80 m.s.n.m., caracterizada por un clima seco tropical.

5.1 MATERIALES

5.1.1 Materiales Biológicos:

Colonias

A partir de aislamientos monospóricos se obtuvieron las colonias de *M. fijiensis* que se utilizaron en los ensayos en medio líquidos y sólidos descritos en la sección 5.2.2.2 y 5.2.2.1 respectivamente.

Conidias

Se obtuvieron conidias de *M. fijiensis* a partir de protocolos de esporulación conidial basados en medios de cultivo ricos en nutrientes, estandarizados en el laboratorio de Fitopatología, con un procedimiento de aproximadamente 34 días.

Bioproductos

Los bioproductos fueron preparados según se detalla en la sección 5.2.1.

5.1.2 Material vegetal

Se trabajó en plantaciones bananeras establecidas del Grupo Cavendish, variedad Williams. La aplicación se realizó en material seleccionado, con características vegetativas homogéneas, principalmente de altura entre 1,5 y 2 metros.

5.1.3 Materiales en General

La lista de equipos de laboratorio, reactivos, cristalería y materiales fungibles y no fungibles a utilizarse en este estudio se mencionan en el anexo I.

5.2 METODOLOGIAS

Este trabajo de investigación consta de 4 paquetes de trabajo diferentes, por lo tanto las metodologías utilizadas serán divididas de la misma manera.

5.2.1 Elaboración de Bioproductos

Los bioproductos se elaboraron en 3 haciendas con sistemas de producción orgánica, las mismas que fueron divididas de acuerdo a las provincias a las que pertenecen:

- Provincia del Guayas, Hda. San Humberto ubicada en la vía Milagro – Taura, Km. 20 S: $2^{\circ} - 15' - 36.4''$; W: $79^{\circ} - 42' - 32.6''$; a una altura de 10.3 m
- Provincia de Los Ríos, en la Hacienda Banasoma vía Vinces, Recinto “Poza Seca” S: $01^{\circ} 37' 25.3''$ / W: $79^{\circ} 48' 30.1''$ a 27.7 m.s.n.m.
- Provincia de El Oro, Hacienda Celia María ubicada S: $3^{\circ} - 15' - 54.5''$; W: $79^{\circ} - 49' - 15''$; a una altura de 25.4 m en la vía Guabo – Pasaje.

En cada una de las áreas de estudio se establecieron 6 tanques de 600 litros es decir un total de 18 tanques, equipados con sistemas que permiten la salida de gases producidos por la fermentación anaeróbica (Anexo II). Además se dotaron a las haciendas con equipos que faciliten la toma de muestras para valorar los indicadores durante el proceso de fermentación.

El proceso de elaboración se inicio con la recolección de estiércol vacuno en cantidades de 120 kg por cada tanque de bioproducto, luego se agregaron 12 litros de melaza e igual cantidad de

microorganismos en cada tanque, para finalmente mezclar muy bien todos los materiales para lograr un producto homogéneo (Anexo II).

Para la fermentación de los materiales biológicos utilizados en la elaboración del bioproducto se utilizaron dos fuentes de microorganismos: los denominados locales, que son capturados y multiplicados en haciendas orgánicas, y los importados, conocidos como microorganismos eficientes (EM), adquiridos en casas comerciales. Además se probaron 3 tiempos de fermentación: al mes, a los dos meses y a los cuatro meses.

Semanalmente cada uno de los tanques fermentadores fueron muestreados para la valoración de los indicadores seleccionados: pH, temperatura, conductividad eléctrica, solutos totales y salinidad .

Después de cada tiempo de fermentación (mencionados anteriormente) se separaron las fases líquidas y sólidas que componen los bioproductos. Una vez realizada la separación se almacenó la parte líquida para los ensayos propuestos en campo, se tomaron las muestras para los ensayos in Vitro, y los análisis de

caracterización de los productos, secciones 5.2.4; 5.2.2 y 5.2.3 respectivamente.

Análisis Estadístico

Se aplicó estadística descriptiva univariada para la estimación de la tendencia central y los parámetros de dispersión. Estadística inferencial, análisis de varianza (ADEVA) y el límite de teorema central fueron aplicados para el análisis de las variables cuantitativas como: pH, temperatura, conductividad eléctrica, solutos totales y salinidad, los subgrupos homogéneos fueron obtenidos al 5% de significancia usando la prueba de Tukey. Los datos fueron analizados por el software SPSS versión 11.

5.2.2 Caracterización biológica de los bioproductos

A partir de las muestras de los bioproductos líquidos que se recolectaron en cada provincia de cada tratamiento se realizaron las siguientes pruebas con el patógeno en estudio.

*Evaluación del efecto de bioproductos sobre el crecimiento de colonias de *Mycosphaerella fijiensis*.*

El crecimiento de colonias de *M. fijienis* se valoró utilizando medio de cultivo sólido en donde se realizaron siembras de órganos asexuales del patógeno. El protocolo de estudio se describe a continuación:

- Los productos orgánicos recolectados se sometieron a una separación de materiales sólidos utilizando 8 capas de gasa estéril.
- Se preparó medio de cultivo PDA Difco ®, en cantidades de acuerdo a los números de tratamientos que se planificaron.
- Las concentraciones en estudio fueron: 0%, 10%, 30%, 70%; se dividió el medio en Elenmeyers y se agregó a cada uno de ellos las cantidades de bioproducto requerido por el número de replicas.
- Una vez los bioproductos en los Elenmeyers estos fueron esterilizados en una autoclave a 121⁰ C y 15 lb/pul² por 25 minutos.
- Los bioproductos se llevaron hasta la cámara de flujo laminar donde fueron dispensados en las cajas petri.

- Las conidias que se sembraron fueron cuantificadas utilizando una cámara de Neubauer para conocer la concentración conidial por ml., la concentración aproximada con la que se trabajaron los ensayos fue de 3×10^3 conidias por ml.
- Utilizando una micropipeta de 10:100 se colocaron 100 microlitros de solución conidial en cada una de las cajas.
- Después de la inoculación con *M. fijiensis* las cajas se mantuvieron en una incubadora a 26^0 C y en total oscuridad, allí permanecieron por 15 días.
- Se realizaron 2 mediciones de crecimiento de colonia: a los 7 y 15

Evaluación del efecto de bioproductos sobre la biomasa hifal de M. fijiensis.

El crecimiento de micelio de *M. fijiensis* se valoró utilizando medio de cultivo líquido en donde se realizaron siembras de órganos asexuales del patógeno. El protocolo de evaluación se describe a continuación:

- Los productos orgánicos recolectados fueron sometidos a una separación de materiales sólidos utilizando 8 capas de gasa estéril.
- El medio de cultivo utilizado fue PD-V8 modificado.
- Las diferentes concentraciones de bioproductos fueron agregados a los medios de cultivo en el numero de replicas necesarias.
- Una vez preparada la mezcla medio-bioproductos, se esterilizaron en una autoclave a 121°C y 15 lb/pul^2 por 25 minutos.
- En la cámara de flujo laminar se dispensaron 15 ml en tubos Eppendorf de 50 ml.
- Se seleccionaron colonias de *M. fijiensis* para sembrar en los ensayos anteriormente descritos.
- Realizada la inoculación por tratamiento se mantuvieron en inoculación por 15 días utilizando una zaranda New Brunswick a 140 r.p.m.
- A los 15 días se realizó la medición del peso húmedo (papel filtro + micelio), el mismo que fue secado durante 2 días bajo temperatura ambiente y pesado en seco.

Análisis Estadístico

Se aplicó estadística descriptiva univariada para la estimación de la tendencia central y los parámetros de dispersión. Estadística inferencial, análisis de varianza (ADEVA) y el límite de teorema central fueron aplicados para el análisis de las variables cuantitativas como: diámetro de colonias y peso de micelio, los subgrupos homogéneos fueron obtenidos al 5% de significancia usando la prueba de Tukey. Los datos fueron analizados por el software SPSS versión 11.

5.2.3 Caracterización química y microbiológica de los biofertilizantes.

Una vez terminado el proceso de fermentación de los bioproductos, se tomaron muestras de sus fases líquidas y sólidas diferenciadas para sus respectivas caracterizaciones.

La caracterización de los bioproductos se realizó mediante análisis de sus componentes químicos:

- Macro-elementos: N, P, K, Ca, Mg
- Micro-elementos: B, Zn, Mn, Cu,

La caracterización microbiológica se realizó sobre los siguientes indicadores:

- *Echerichia coli* y Coliforme spp.: para lo cual se utilizó el método Total Coliform and *E. coli* Color Indicador (Cec-CI).
- *Salmonella*: fue valorado utilizando el método, 1-2 test método oficial AOAC
- Microorganismos anaeróbicos: con el método Yeast and Mold Color Indicador (Y&M – CI)

Análisis Estadístico

Por medio del teorema de tendencia central se compraron los promedios de macro y micro nutrientes entre los bioproductos.

5.2.4 Evaluación del efecto de biofertilizantes en la interacción planta-patógeno en condiciones de campo

Se aplicaron semanalmente dosis de: 1 y 2 litros a parcelas seleccionadas en las fincas donde se obtuvo el producto. Es decir el bioproducto obtenido se utilizó en cada una de sus áreas de producción.

Aquí se evaluaron parámetros agronómicos tales como altura de planta y emisión foliar, así también como parámetros fitosanitarios utilizando la tabla de Stover.

La tabla de severidad de Stover (Carlier et al 2000). En este sistema la planta es evaluada de acuerdo al total del área foliar afectada por Sigatoka Negra. El índice de severidad de la enfermedad fue calculado para cada planta en cada replica de acuerdo a la formula:

$$\text{Índice de severidad} = \frac{(\sum nb) \times 100}{(N-1)T}$$

Donde: n= numero de hojas en cada rango; b= rango; N= numero de rangos usados en la escala (Tabla 5); T= total de numero de hojas manchadas. La proporción del área cubierta por la enfermedad se muestra en la siguiente tabla.

TABLA No 5
ESCALA DE ÍNDICE DE SEVERIDAD BASADA EN GAULH Y
MODIFICADA POR STOVER.

Escala	Descripción
0	Sin síntomas
1	No más del 1%, (estado 1,2 y 3)
2	Menos del 5% de hoja afectada
3	De 6% al 15% de hoja afectada
4	Del 16% al 33% de hoja afectada
5	Del 34% al 50% de hoja afectada
6	Mas del 50% de hoja afectada

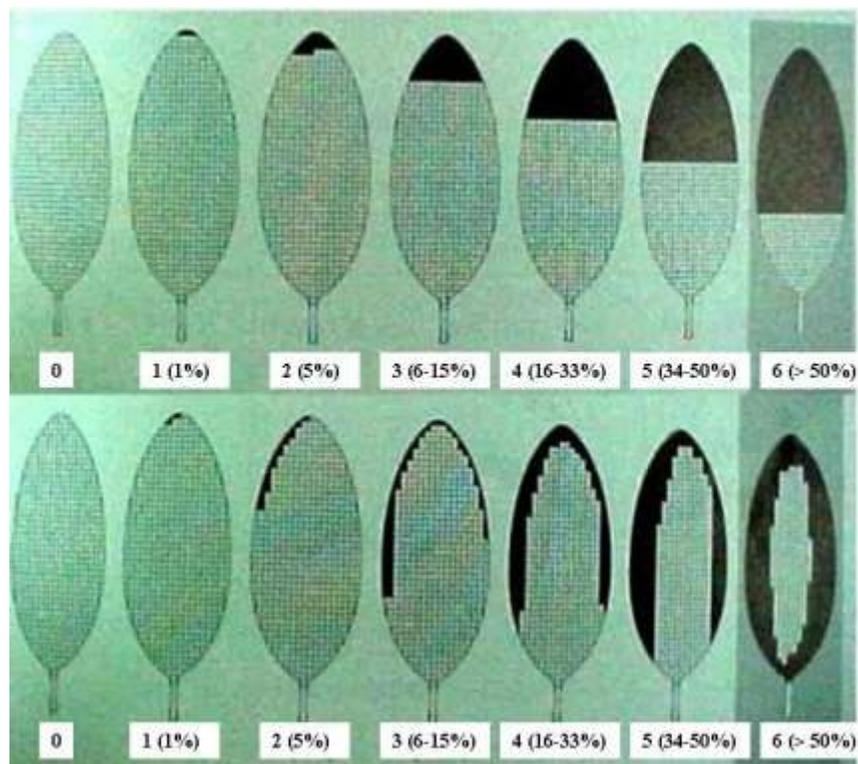


FIGURA No.1
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA ESCALA DE GAUHL'S
MODIFICADA POR STOVER USADA PARA LA EVALUACION DE
SIGATOKA NEGRA

Análisis Estadístico

Las variables cuantitativas como el área bajo la curva para la enfermedad y los parámetros agronómicos fueron analizados con estadística descriptiva univariada, la cual se aplicó para la estimación de la tendencia central. Los datos fueron analizados por SPSS versión 11.

CAPITULO 6

6. RESULTADOS

En este capítulo se detallan por medio de tablas y gráficos los resultados que se obtuvieron a partir de la comparación de los tratamientos con la utilización de las diferentes herramientas estadísticas detalladas en cada paquete de trabajo.

6.1 Elaboración de Bioproductos:

Los valores de pH, temperatura, solutos totales, salinidad, y conductividad eléctrica son presentados y discutidos en este subcapítulo.

Los valores de pH, demostraron que los bioproductos obtenidos en la provincia del Guayas y Los Ríos, utilizando ambas fuentes de

microorganismos en el proceso de fermentación tuvieron valores ácidos mientras que los bioproductos de la zona de El Oro presentaron valores alcalinos.

TABLA No. 6
EFFECTO DE DOS FUENTES DE
MICROORGANISMOS: LOCALES (1) E
IMPORTADOS (2), SOBRE EL PH DE LOS
BIOPRODUCTOS PRODUCIDOS EN 3
PROVINCIAS: GUAYAS (G), LOS RÍOS (R),
EL ORO (O).

pH			
Zona/Fuente de microorganismos			
dosis por planta			
R1	3.80	a	
R2	4.01	a	
G1	3.83	a	
G2	3.88	a	
O1	4.39	b	
O2	4.53	b	

En la tabla No. 7 se observan los valores promedios de temperatura a lo largo del proceso de fermentación. Existiendo diferencia estadística significativa, los valores del parámetro se agrupan en una marcada relación con la zona donde se realizó el proceso. Así es, como las

temperaturas fueron mayores en la Los Ríos, seguidos por Guayas y El Oro.

TABLA No. 7
TEMPERATURA DE BIOPRODUCTOS
PROCESADOS EN 3 PROVINCIAS: GUAYAS
(G), LOS RÍOS (R) Y EL ORO (O) Y
FERMENTADOS CON DOS FUENTES DE
MICROORGANISMOS: LOCALES (1), E
IMPORTADOS (2).

Temperatura			
Zona/Fuente de microorganismos	dosis por planta	°C	
	R1	29.59	d
	R2	29.46	cd
	G1	28.23	bc
	G2	28.05	b
	O1	25.83	a
	O2	25.90	a

Los valores, de salinidad, solutos totales y conductividad eléctrica se presentan en la Tabla 8, debido a su relación directa entre ellos, por ejemplo los resultados demuestran que los bioproductos con mayor salinidad se comportaron de la misma manera con los solutos totales y la conductividad eléctrica.

TABLA No. 8
PROMEDOS DE SALINIDAD, SOLUTOS TOTALES Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE BIOPRODUCTOS UBICADOS EN 3 PROVINCIAS: GUAYAS (G), LOS RÍOS (R), Y EL ORO (O) DONDE SE UTILIZARON 2 FUENTES DE MICROORGANISMOS: LOCALES (L) E IMPORTADOS (E).

Zona/Fuente de microorganismos dosis por planta	Salinidad		Sol. Tot.		CE	
R1	4.81	abc	4.28	abc	8.55	ab
R2	5.52	b	4.93	b	9.52	b
G1	5.26	bc	4.55	abc	9.62	b
G2	5.29	bc	4.71	bc	9.62	b
O1	4.19	a	3.84	a	7.64	a
O2	4.51	ab	4.13	ab	8.24	ab

6.2 Caracterización biológica de los bioproductos

Los datos que se presentan a continuación son el resultado de la siembra de diferentes estructuras del patógeno en estudio en 2 tipos de medio: sólidos y líquidos, el protocolo fue descrito en el capítulo anterior.

En el peso de micelio de *M fijiensis* en medio líquido, se aprecia la falta crecimiento en los medios líquidos envenenados con 10, 30 y 70% de

los bioproductos; mientras que, en el control o medio no envenenado existe un crecimiento normal del patógeno.

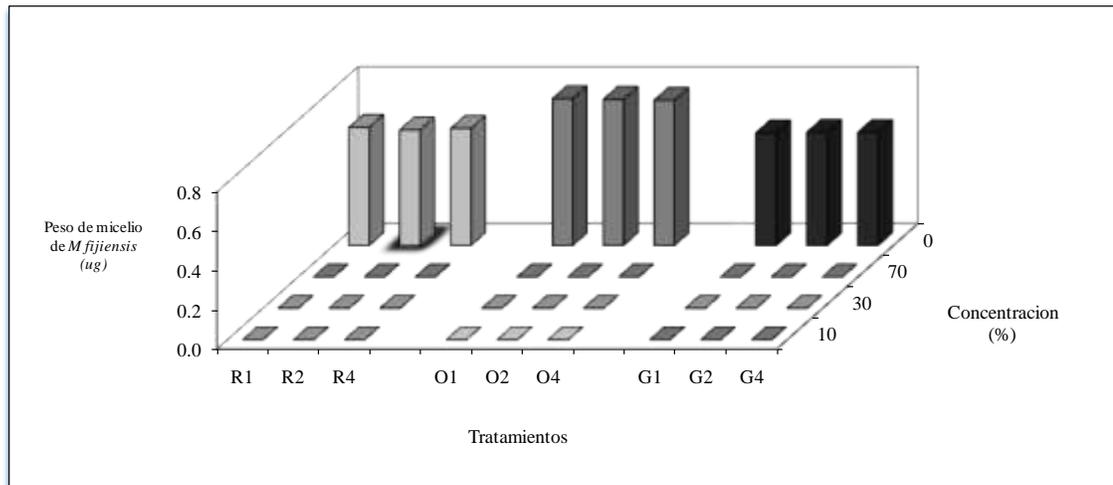


GRAFICO No. 1 EFECTO DE BIOPRODUCTOS SOBRE EL PESO DE MICELIO DE *M. FIJENSIS* A LOS 15 DÍAS DE SIEMBRA EN MEDIO LÍQUIDO.

Se observa el crecimiento de colonias de *M. fijiensis* en medio solido. El mismo muestra un crecimiento nulo en los tratamientos de 10, 30 y 70% de los bioproductos estudiados; mientras que, en el control o tratamiento 0% el crecimiento del patógeno fue normal.

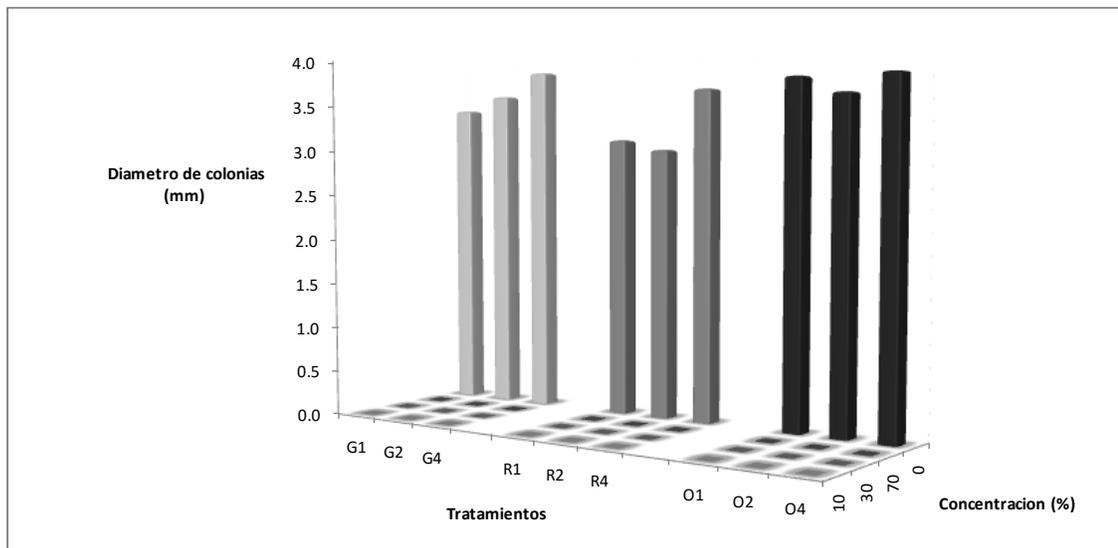


GRAFICO No.2 EFECTO DE BIOPRODUCTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE COLONIAS DE *M. FIJENSIS* A LOS 15 DÍAS DE SIEMBRA EN MEDIO SÓLIDO.

Estos resultados confirman otras experiencias obtenidas en trabajos de investigación realizados en el CIBE, donde se demostró que los bioproductos tienen un potencial anti fúngico sobre estructuras de crecimiento del agente causal de la Sigatoka Negra.

6.3. Caracterización química y microbiológica de bioproductos

Los valores de los macro y micro nutrientes de los bioproductos obtenidos en la provincia del Guayas, fermentados por microorganismos locales (L) e importados (E), a un tiempo de

fermentación de 1, 2 y 4 meses, se muestran en la tabla No 9, donde también se muestran los valores promedios de los elementos analizados en relación al microorganismo utilizado, así como su respectivo coeficiente de variación.

TABLA No. 9
ANÁLISIS NUTRICIONAL, PROMEDIO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN, DE
MACRO Y MICRO NUTRIENTES DE BIOPRODUCTOS PROCESADOS EN LA
PROVINCIA DEL GUAYAS BAJO FERMENTACIÓN DE 2
MICROORGANISMOS: LOCALES (L) E IMPORTADOS (E) Y COSECHADOS
A 3 TIEMPOS 1, 2 Y 4 MESES

Guayas										
Elemento	L-1	L-2	L-4	Promedio	CV(%)	E-1	E-2	E-4	Promedio	CV(%)
<i>Macronutrientes</i>										
N	0.01	0.01	0.18	0.07	147.22	0.01	0.03	0.10	0.05	46.67
P	0.01	0.01	0.01	0.01	8.47	0.01	0.01	0.01	0.01	144.46
K	0.15	4.03	0.17	1.45	154.20	0.14	2.37	3.90	2.14	54.80
Ca	0.04	0.04	0.08	0.06	38.62	0.04	0.05	0.05	0.05	85.66
Mg	0.01	0.01	0.02	0.01	29.17	0.01	0.01	0.02	0.01	85.47
<i>Micronutrientes</i>										
Zn	3.20	1.20	1.40	1.93	56.97	1.10	7.50	4.40	4.33	73.86
Cu	0.50	0.20	0.40	0.37	41.66	0.40	0.40	0.20	0.33	34.64
Si	2.13	4.74	2.20	3.02	49.19	5.30	4.51	2.03	3.95	43.23

En la tabla No. 10 se muestran los valores de macro y micro nutrientes de los bioproductos obtenidos en la provincia de El Oro, la tabla también nos muestra el promedio y el coeficiente de variación de estos elementos. Estos bioproductos fueron fermentados por

microorganismos locales (L) e importados (E), los tiempos para el proceso de fermentación fueron de 1, 2 y 4 meses.

TABLA No. 10
ANÁLISIS NUTRICIONAL, PROMEDIO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN, DE
MACRO Y MICRO NUTRIENTES DEL BIOPRODUCTO OBTENIDO EN LA
PROVINCIA DE EL ORO BAJO FERMENTACIÓN DE 2
MICROORGANISMOS: LOCALES (L) E IMPORTADOS (E) Y COSECHADOS
A 3 TIEMPOS 1, 2 Y 4 MESES

El Oro										
Elemento	L-1	L-2	L-4	Promedio	CV(%)	E-1	E-2	E-4	Promedio	CV(%)
<i>Macronutrientes</i>										
N	0.21	0.00	0.08	0.10	0.11	0.12	0.02	0.11	0.08	66.09
P	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	46.87
K	0.10	2.98	0.20	1.10	1.63	0.11	3.14	0.27	1.18	144.85
Ca	0.08	0.04	0.05	0.06	0.02	0.06	0.05	0.07	0.06	10.98
Mg	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	8.41
<i>Micronutrientes</i>										
Zn	5.40	1.50	1.20	2.70	86.78	3.10	2.90	1.80	2.60	26.92
Cu	2.90	0.20	0.10	1.07	148.92	1.90	2.20	0.20	1.43	75.25
Si	0.04	0.06	3.18	1.09	165.29	0.07	0.06	2.59	0.91	160.79

En la tabla No. 11 figuran los valores de macro y micro nutrientes de los productos obtenidos en la provincia de Los Ríos, en la misma encontramos el promedio de cada elemento en relación al microorganismo que actuó en la fermentación, así como su coeficiente de variación. Los bioproductos fueron obtenidos a los 1, 2 y 4 meses de

fermentación, para la cual se utilizaron microorganismos locales e importados.

TABLA No. 11
ANÁLISIS NUTRICIONAL, PROMEDIO Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN, DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES DE LOS BIOPRODUCTOS OBTENIDOS EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS BAJO FERMENTACIÓN DE 2 MICROORGANISMOS: LOCALES (L) E IMPORTADOS (E) Y COSECHADOS A 3 TIEMPOS 1, 2 Y 4 MESES

Los Rios										
Elemento	L1	L2	L4	Promedio	CV(%)	E1	E2	E4	Promedio	CV(%)
<i>Macronutrientes</i>										
N	0.04	0.00	0.07	0.04	95.78	0.03	0.02	0.07	0.04	66.14
P	0.02	0.01	0.01	0.01	41.45	0.02	0.01	0.01	0.01	69.33
K	0.15	0.07	0.14	0.12	37.62	5.02	0.09	0.11	1.74	163.41
Ca	0.05	0.04	0.05	0.05	18.10	0.07	0.04	0.04	0.05	34.33
Mg	0.01	0.01	0.01	0.01	11.55	0.02	0.01	0.01	0.01	26.56
<i>Micronutrientes</i>										
Zn	1.70	1.10	0.70	1.17	43.14	4.30	1.50	1.70	2.50	62.48
Cu	1.80	1.80	1.60	1.73	6.66	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00
Si	0.08	0.03	0.05	0.05	47.19	3.26	0.13	1.25	1.55	102.54

El alto coeficiente de variación (0 hasta más de 160%) indican que la composición de nutrientes que encontramos en los bioproductos varían notablemente, esto es normal debido a que los bioproductos son obtenidos a partir de material biológico, disponible en las mismas haciendas, cuya composición es muy variable (NOSB, 2004; Restrepo, 2000).

En base a los resultados obtenidos podemos inferir que los bioproductos bien pueden ser utilizados en cualquier plan de fertilización sustituyendo algún fertilizante sintético sin afectar la nutrición de las plantas de banano.

Los microorganismos, tanto benéficos como no benéficos tuvieron una tendencia muy similar en Guayas y El Oro con poblaciones muy altas en los primeros y muy bajas en los no benéficos, mientras que en la provincia de Los Ríos se reflejaron altos valores de coliformes y en algunos casos niveles bajo de población de hongos y levaduras.

TABLA No. 12
POBLACION DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN BIOPRODUCTOS.

Biofertilizantes						
<i>Guayas</i>						
	L-1	L-2	L-4	E-1	E-2	E-4
Coliforme	2	0	12	2	2	0
E. Coli	2	0	6	2	4	0
Salmonella	0	0	0	0	0	0
Hongos y levaduras	>738	>738	>738	>738	>738	>738
<i>El Oro</i>						
Coliforme	0	0	52	1	11	0
E. Coli	0	0	1	1	0	0
Salmonella	0	0	0	0	0	0
Hongos y levaduras	>738	>738	>738	>738	>738	>738
<i>Los Ríos</i>						
Coliforme	32.00	324.00	>738	22.00	64.00	>738
E. Coli	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
Salmonella	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hongos y levaduras	48.00	>738	32.00	14.00	124.00	>738

Al igual que en el contenido nutricional, la gran variabilidad especialmente en la provincia de Los Ríos se debe a la utilización de productos de origen animal los cuales tienden a comportarse de esa manera ya que se relaciona con la alimentación de los animales de donde se obtiene la materia prima.

6.4. Evaluación del efecto del bioproducto en la interacción-planta patógeno en las condiciones de campo

A continuación resumimos los datos tomados durante la fase de prueba del bioproducto en campo, los parámetros medidos en este fase fueron: altura, total de hojas e incidencia de la enfermedad en las plantas tratadas con el bioproducto y sus respectivas dosis, descritos anteriormente, estos resultados serán divididos de acuerdo a la localidad (provincia) donde se realizo el ensayo.

En la siguiente tabla se analiza el crecimiento de la planta en relación a su altura en la provincia del Guayas, en este parámetro se muestra que el mayor crecimiento se dio en el tratamiento de microorganismos locales e importados a 2 y 1 litro respectivamente, estos bioproductos fueron cosechados al mes del elaborados.

TABLA No. 13
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE LA ALTURA DE
LAS PLANTAS EN LA PROVINCIA DEL
GUAYAS

Guayas (Altura)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	621,60	bc
Locales/2L	665,65	c
Eficientes/1L	663,30	c
Eficientes/2L	634,50	bc
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	614,20	bc
Locales/2L	578,45	ab
Eficientes/1L	648,85	bc
Eficientes/2L	649,10	bc
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	590,85	ab
Locales/2L	541,65	a
Eficientes/1L	624,50	bc
Eficientes/2L	642,75	bc
Testigo	623,50	bc

En el caso de el total de hojas, no hubo diferencia estadística significativa por lo tanto podemos decir que los tratamientos no tuvieron incidencia en este parámetro de crecimiento.

TABLA NO. 14
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE EL TOTAL DE
HOJAS DE LAS PLANTAS EN LA
PROVINCIA DEL GUAYAS

Guayas (Total de Hojas)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	54.34	a
Locales/2L	53.86	a
Eficientes/1L	54.56	a
Eficientes/2L	55.48	a
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	52.15	a
Locales/2L	53.20	a
Eficientes/1L	54.51	a
Eficientes/2L	50.93	a
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	53.29	a
Locales/2L	51.36	a
Eficientes/1L	53.90	a
Eficientes/2L	52.28	a
Testigo	50.44	a

Los índices de severidad de la enfermedad medidos en la provincia del Guayas presentaron una gran variabilidad entre tratamientos, como lo

demuestra el grafico No 3, sus promedios fueron en algunos casos inferiores al 5% y en otros mayores al 10% de severidad de sigatoka negra.

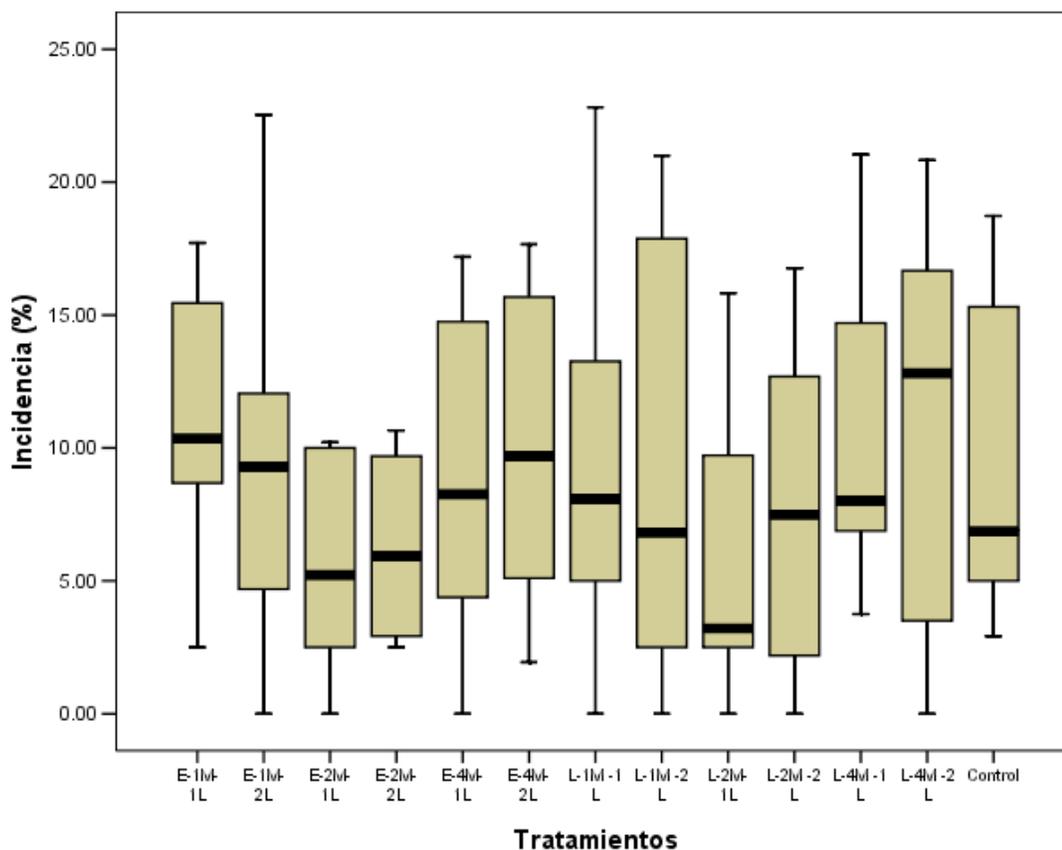


GRAFICO No. 3
INCIDENCIA DE *M. FIJIENSIS* SOBRE PLANTAS DE BANANO TRATADAS
CON 2 DOSIS DE BIOPRODUCTO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

Los datos de altura obtenidos de las plantas ubicadas en la provincia de Los Rios nos distinguen al bioproducto fermentado a 2 meses por

microorganismos locales y a una dosis de 2 litros por planta como el mejor, sin embargo, no se denota una gran diferencia entre tratamientos.

TABLA No. 15
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE LA ALTURA DE
LAS PLANTAS EN LA PROVINCIA DEL LOS
RIOS

Los Rios (Altura)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	1229.80	ab
Locales/2L	1154.70	ab
Eficientes/1L	1193.75	ab
Eficientes/2L	1205.15	ab
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	1074.90	a
Locales/2L	1235.90	b
Eficientes/1L	1134.15	ab
Eficientes/2L	1117.40	ab
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	1111.90	ab
Locales/2L	1091.60	ab
Eficientes/1L	1142.35	ab
Eficientes/2L	1179.05	ab
Testigo	1170.40	ab

Con respecto a la emisión foliar esta se expresa de la misma manera, aunque en este factor el bioproducto que tuvo significancia fue el fermentado por microorganismos importados, cosechado a 1 mes y con dosis de 1 litro, aunque al igual que la altura no se observa mayor diferencia numérica entre tratamientos.

TABLA No. 16
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE EL TOTAL DE
HOJAS DE LAS PLANTAS EN LA
PROVINCIA LOS RÍOS

Los Rios (Total de Hojas)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	63.30	bc
Locales/2L	58.53	ab
Eficientes/1L	68.36	c
Eficientes/2L	61.20	ab
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	57.40	ab
Locales/2L	61.60	ab
Eficientes/1L	60.00	ab
Eficientes/2L	57.13	ab
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	61.16	ab
Locales/2L	60.24	ab
Eficientes/1L	57.35	ab
Eficientes/2L	60.72	ab
Testigo	55.86	a

En la provincia de Los Ríos, los bioproductos fermentados por microorganismos importados demostraron tener una mejor efectividad en el control de la enfermedad, mientras que los bioproductos fermentados por locales mostraron una variabilidad en la evolución de la enfermedad durante el tiempo, como se ilustra en el grafico No 4.

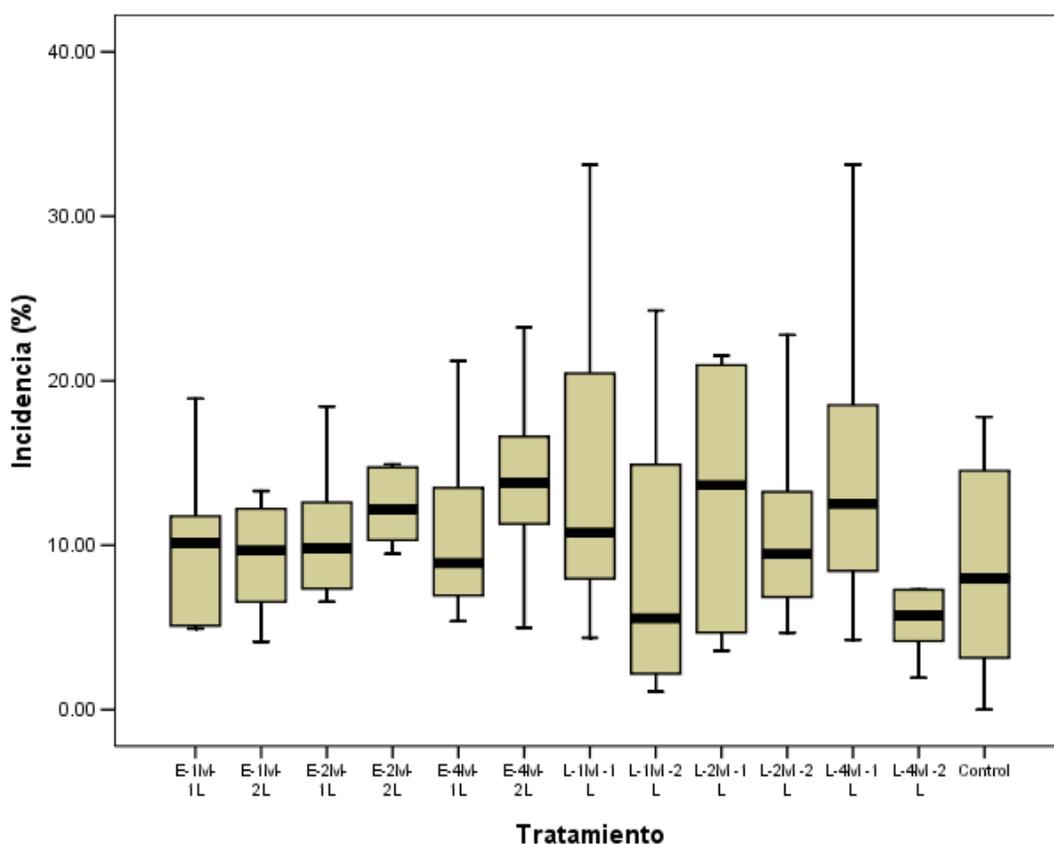


GRAFICO No. 4
INCIDENCIA DE *M. FIJENSIS* SOBRE PLANTAS DE BANANO TRATADAS
CON 2 DOSIS DE BIOPRODUCTO EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS

En el parámetro de altura para la provincia de El Oro se diferencia al bioproducto fermentado a 4 meses por microorganismos locales con dosis de 1 litro como el tratamiento que mejor se desarrollo en campo para este parámetro.

TABLA No. 17
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE
LA ALTURA DE LAS PLANTAS EN LA
PROVINCIA DE EL ORO.

El Oro (Altura)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	888.40	abc
Locales/2L	902.65	abc
Eficientes/1L	907.90	abc
Eficientes/2L	861.20	abc
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	972.75	bc
Locales/2L	780.80	a
Eficientes/1L	861.20	abc
Eficientes/2L	881.95	abc
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	989.35	c
Locales/2L	885.00	abc
Eficientes/1L	883.50	abc
Eficientes/2L	812.00	ab
Testigo	884.65	abc

Para el total de hojas se nota una similaridad entre tratamientos, excepto por el bioproducto cosechado a los 4 meses, fermentado por microorganismos importados y con dosis de 1 litro y el testigo, para este tratamiento el valor del area bajo la curva es inferior al de los otros tratamientos.

TABLA No. 18
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE 2 DOSIS
DE BIOPRODUCTO SOBRE EL TOTAL DE
HOJAS DE LAS PLANTAS EN LA
PROVINCIA DE EL ORO.

El Oro (Total de hojas)		
Fuente de microorganismos/ dosis por planta		
	1 mes de fermentacion	
Locales/1L	64.49	ab
Locales/2L	65.06	ab
Eficientes/1L	65.63	b
Eficientes/2L	65.36	b
	2 meses de fermentacion	
Locales/1L	64.36	ab
Locales/2L	63.96	ab
Eficientes/1L	64.36	ab
Eficientes/2L	65.67	b
	4 meses de fermentacion	
Locales/1L	65.89	b
Locales/2L	64.40	ab
Eficientes/1L	58.80	a
Eficientes/2L	61.95	ab
Testigo	59.28	ab

Los bioproductos obtenidos en la provincia de El Oro no mostraron diferencia significativa en el control de la enfermedad, incluso si los comparamos con el testigo absoluto (control).

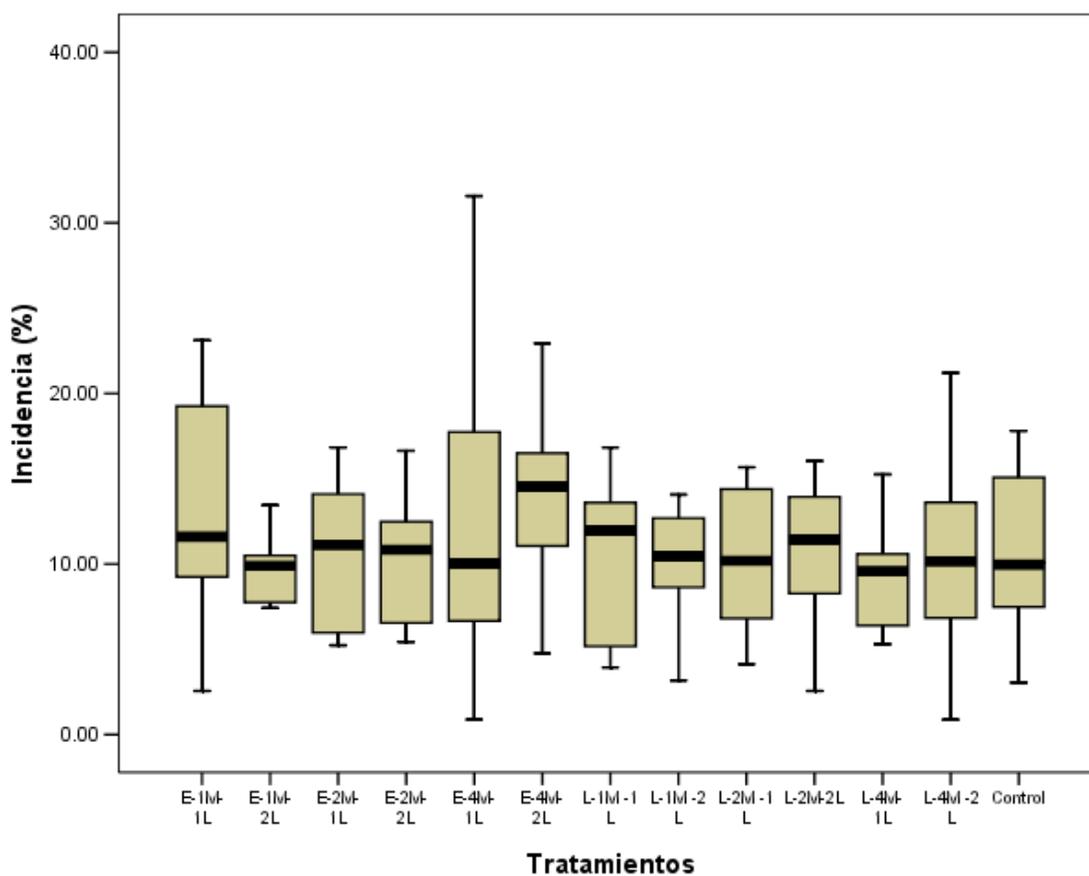


GRAFICO No.6
INCIDENCIA DE *M. FIJENSIS* SOBRE PLANTAS DE BANANO TRATADAS
CON 2 DOSIS DE BIOPRODUCTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO.

CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.

- Los bioproductos obtenidos en las 3 provincias mostraron altas poblaciones de hongos y levaduras, mas no presentaron mayor número de poblaciones de microorganismos perjudiciales para la salud y el ambiente.
- Los parámetros medidos durante la producción de los productos confirmaron la influencia de las localidades donde estos fueron preparados versus la relación de las materias primas utilizadas en cada tratamiento.

- La presencia de micro y macro nutrientes en los productos organicos, permitirían manejar estos bioproductos en planes de fertilización.
- Todos los productos mostraron un excelente potencial de inhibición, confirmando resultados anteriormente obtenidos en el CIBE
- Los productos orgánicos estudiados mostraron un efecto positivo sobre aspectos agronómicos y sanitarios, pero se confirma que los resultados estuvieron vinculados al uso continuo de estos productos.

7.2 Recomendaciones

- Adicionalmente a los análisis nutricionales, se recomienda realizar una caracterización química más profunda para conocer el contenido de otros elementos que puedan incidir más directamente sobre los efectos de estos productos. Tales como: ácidos orgánicos, fitohormonas, entre otras.

- Se recomienda continuar con este tipo de trabajos para identificar a nivel del vegetal, los mecanismos vinculados a la respuesta de las aplicaciones de estos productos, especialmente en un sistema de agricultura orgánica.

ANEXO I

Listado de materiales y equipos requeridos para el desarrollo de la fase experimental.

Equipo de Laboratorio

Agitador
Agitador Vortex
Autoclave
Balanza electrónica
Cámara fotográfica
Cámara de flujo laminar
Estufa
Incubadora
Microscopio invertido y de Luz
Plato caliente
Hornilla eléctrica

Materiales de Vidrio

Agitador de vidrio
Frascos
Matraces de Erlenmeyer
Pipetas
Vasos de precipitación

Material biológico

Bioproductos
Estiércol vacuno
Mycosphaerella fijiensis Morelet
Microorganismos Eficientes
Microorganismos locales

Materiales varios

Algodón
Cajas Petri
Espátulas
Etiquetas autoadhesivas
Gasa
Marcadores rotuladores
Medidor de pH
Papel de pH
Papel filtro
Papel de aluminio
Pinzas
Regla

Tubos Elkay de 50 ml

Sustancias y reactivos

Agar

Agua destilada estéril

Alcohol

Dextrosa

Hidróxido de Sodio

Papa

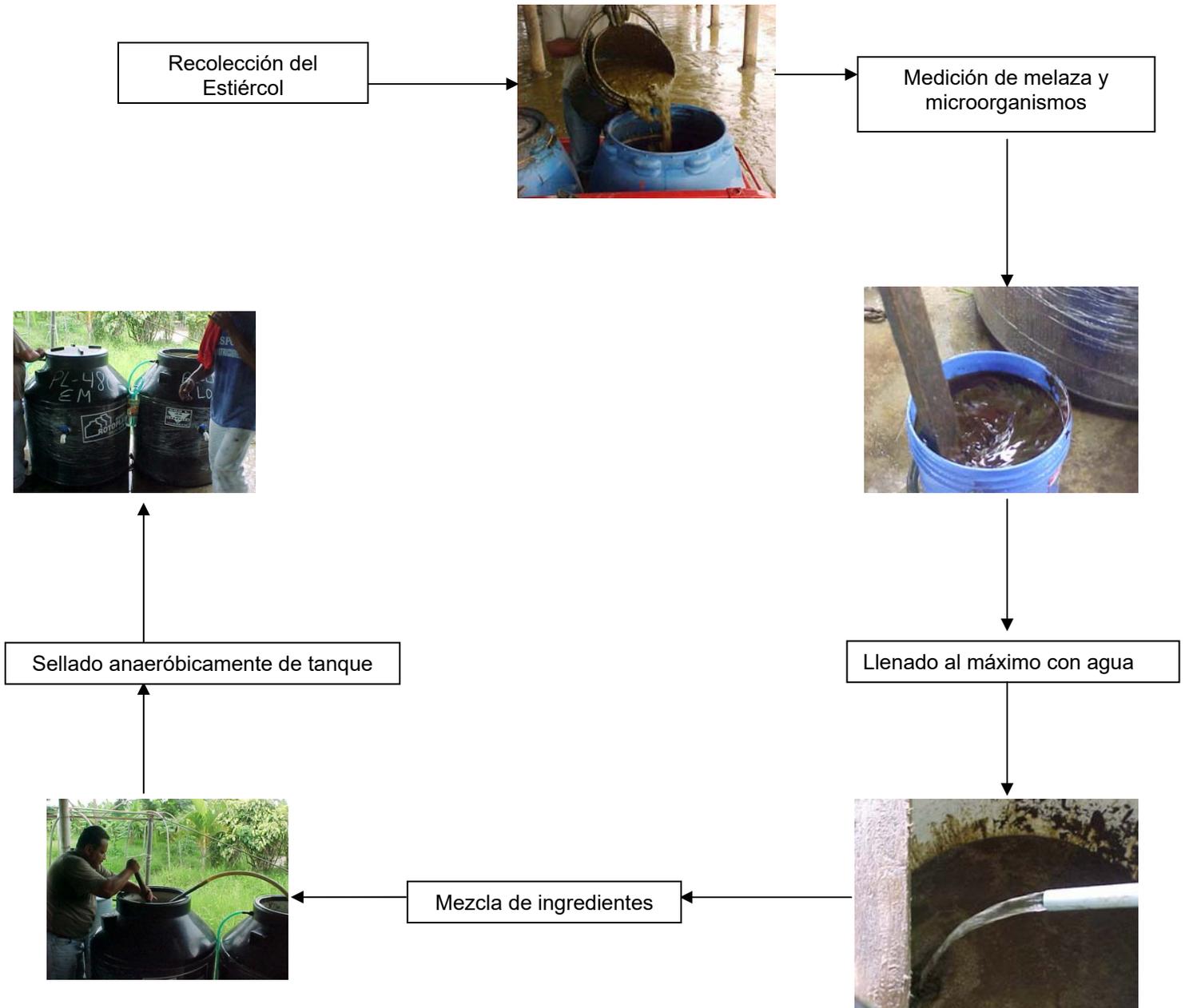
Solución Tween

V8

Melaza

ANEXO II

Diagrama ilustrativo de elaboración de bioproductos en campo.



ANEXO III

Tratamientos por bioensayos

Bioensayo 1: Elaboración de bioproductos

A: Localidades	B: Fuentes de Microorganismos	C: Tiempo de fermentación
a-1: Guayas	b-1: locales	c-1: 1 mes
a-2: Los Ríos	b-2: importados	c-2: 2 meses
a-3: El Oro		c-3: 4 meses

Bioensayo 2: Caracterización biológica

A: Localidades	B: Fuentes de Microorganismos	C: Tiempo	D: Dosis
a-1: Guayas	b-1: locales	c-1: 1 mes	d-1: 0%
a-2: Los Ríos	b-2: importados	c-2: 2 meses	d-2: 10%
a-3: El Oro		c-3: 4 meses	d-3: 30%
			d-4: 70%

Bioensayo 3: Caracterización química y microbiológica

A: Localidades	B: Fuentes de Microorganismos	C: Tiempo
a-1: Guayas	b-1: locales	c-1: 1 mes
a-2: Los Ríos	b-2: importados	c-2: 2 meses
a-3: El Oro		c-3: 4 meses

Bioensayo 4: Evaluación del efecto del bioproducto en la interacción planta-patógeno

A: Fuentes de Microorganismos	B: Tiempo	C: Dosis
a-1: locales	b-1: 1 mes	c-1: 0
a-2: importados	b-2: 2 meses	c-2: 1 litro
	b-3: 4 meses	c-3: 3 litros

BIBLIOGRAFÍA

1. AEBE. Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. Base de datos estadísticos del 2005. <http://www.aebe.com.ec> (consultado, octubre 2008)
2. Aguilar, E., Turner, D. y Sivasithamparam, K. 2000. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* inoculation and hypoxia alter peroxidase and phenylalanine ammonia liase enzyme activities in nodal roots of banana cultivars (*Musa* sp.) differing in their susceptibility to *Fusarium* wilt. Australian Journal of Botany 48:589–596.
3. Agrios, G. 1997. Fitopatología 5ta Edición. Editorial Limusa, Méjico. p 142.
4. Alianzas de aprendizaje. La producción de banano orgánico se triplica en el Ecuador. En línea. www.alianzasdeaprendizaje.org (consultado en octubre del 2008).
5. Arciniegas A., Riveros, A. y Loaiza, J. 2002. Efecto de extractos vegetales sobre el desarrollo *In vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka Negra en Musáceas. En: Memorias de

XV Reunión Internacional ACORBAT. AUGURA. Cartagena, Colombia. p242.

6. Arciniegas, A. 2002. Evaluación del potencial antifúngico de 20 extractos de plantas asociadas a Musáceas sobre *Mycosphaerella fijiensis*. Tesis de grado, Biólogo. Universidad del Tolima. p155.
7. Arévalo, J. 1998. Efecto del bioabono líquido en la producción de pastos y en la fertilidad del suelo. <http://www.raaa.org> (visitado, noviembre 2008)
8. Arias de López, M. y Bonilla, G. 1998. Enemigos naturales de insectos, plagas del banano. En Procedimiento de la XIII Reunión de ACORBAT, Ecuador 98. Guayaquil, Ecuador. 472 – 482.
9. Biodiversity Reporting. La sigatoka del banano, alternativas para su control. www.biodiversityreporting.org (consultada en octubre del 2008).
10. Brinton, W., Trankner, A. y Droffner, M. 1996. Investigations into liquid compost extracts. *Biocycle* 37:11 68-70.

11. Cheesman, E. 1948. Classification of the Bananas. III. Critical Notes on Species. c. *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L. Kew Bulletin 2:3 145–153.
12. Consejo Zuliano de Planificación. 1994. Plan integral control de la Sigatoka negra en las zonas plataneras de Maracaibo. Maracaibo - Venezuela. Mimeografiado. p15.
13. Cooz, R. y Chávez, L. 1992. Informe Técnico sobre la situación actual de la Sigatoka negra en el sur del Lago de Maracaibo. UNISUR – FONAIAP. Chama, Venezuela. 1-10.
14. COPR, Centre for Overseas Pest Research. 1972. Pest control in banana. Pans. Manual No.1 Foreign and Commonwealth Office Overseas Development Administration. London, UK. p128.
15. Diver, S. 2001. Notes on Compost Teas: A 2001 supplement to the ATTRA publication: Compost Teas for Plant Disease Control. <http://attra.ncat.org> (consultado Mayo, 2007)
16. Edmunds, J. 1968. Nematodes associated with bananas in the Windward Island. Trop. Agric. Trin. 45:2 119-124.

17. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Agricultural data base. <http://faostat.fao.org>. (Revisado April 2, 2007)
18. Fouré, E. 1985. Les Cercosporioses du bananier et leurs traitements comportement des variétés. Etude de la sensibilité variétale des bananier et plantains a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet au Gabon (Maladie des raies noires). *Fruits* 40:339-399.
19. Freckman, D. and Caswell, E. 1985. The ecology of nematodes in agro ecosystem. *Ann. Rev. Phytop.* 23:275-296.
20. Frison, E. 2003. Rescuing the banana. www.newscientist.com (consultado Abril, 2007).
21. Fullerton, R. and Stover, R. 1990. Sigatoka leaf spot diseases of banana: Proceedings of an international workshop held at San José, Costa Rica, 28 March – 1 April, 1989. INIBAP. Montpellier, France. p374.
22. García, E. y Apeztequia, H. 2001. Estudio de lixiviado de compost y su efecto sobre el control de Sigatoka negra, *M. fijiensis*, Morelet y el

crecimiento del cultivo de banano. Tesis de grado (Ing. Agrónomo)
Guácimo, Costa Rica. p121.

23. García, F., Gómez, G. y Belalcázar, S. 1994. Manejo biológico y cultural de *Cosmopolites sordidus* (Germar) en plátano. En Memorias de la XI Reunión ACORBAT. San José, Costa Rica. 385-395.

24. Gauhl, F. 1994. Epidemiology and Ecology of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, INIBAP. Montpellier, France. p120.

25. Gómez, J. 2000. Abonos Orgánicos. FERIVA. Cali, Colombia. p105.

26. Gowen, S. 1979. Algunas consideraciones de los problemas asociados con los nematodos plagas del banano. *Nematrop.* 9:79-91.

27. Gowen, S. 1995. Pests. In: S. Gowen (ed.). Bananas and plantains. Chapman & Hall. London, UK. 382-402.

28. Grupo ambientalistas unión. Agricultura Organica. En línea www.union.org.mx Consultada el 1 de octubre del 2008

29. Guzmán, M. 2006. Estado actual y perspectivas futuras del manejo de la Sigatoka Negra en América Latina. En: Memorias XVII Reunión Internacional ACORBAT 2006. Bananicultura: un negocio sostenible. E. Soprano; FA. Tcacenco; LA. Lichtemberg; MC. Silva (eds.) Editorial Epagri. Joinville, Brasil. 83-91.
30. Ingham, E. 2003. The compost tea brewing manual, 3rd Edition. Soil Foodweb Incorporated. Oregon, USA. p54.
31. Ingham, E. 2005. The compost tea brewing manual. 5th edition. Soil Foodweb Incorporated. Oregon – USA. p.69.
32. INIBAP, International Network for the Improvement of Banana and Plantain. 1993. Annual Report. Risks involved in the transfer of banana and plantain germplasm. Montpellier, France. 39-47.
33. Irish, B., Goenaga, R. y Ploetz, R., 2006. *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of Black Sigatoka of *Musa spp.* found in Puerto Rico and identified by polymerase chain reaction. Plant Dis. 90:684.

34. Jones, D. 1991. Status of banana disease in Australia. In: Banana Diseases in Asia and the Pacific. R.V. Valmayor (ed.). INIBAP-ASPNET. Los Baños, Philippines. 21-37.
35. Jones, D. y Lockhart, B. 1993. Banana streak disease. Musa Disease Fact Sheet No. 1. INIBAP. Montpellier, France. p2.
36. Jones, D. 1993. Banana disease survey of Thailand. INIBAP, Montpellier, France.
37. Jones, D. 2000. Introduction to banana, abacá and enset. In: Introduction to Banana, Abaca and Ensete. D. Jones (ed.) CAB International. Wallingford, UK. 1-36.
38. Kagale, S., Marimuthu, T., Thayumanavan, B., Nandakuman, R. y Samiyappan, R. 2004. Phys. and Mol. Plant Path. 65:91-100.
39. Lahav, E. y Turner, D. 1992. Fertilización del banana para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín No 7. Instituto de la potasa y el fósforo, Quito, Ecuador, 71 pp
40. Larco, E., Riveros, A., Rosales, S., Pocasangre, F., Rivas, L. y Polanco, D. 2004. Lixiviados de Compost y Lombricompost: Una

Alternativa para el Control Biológico de la Sigatoka Negra en Plátano.
9-18 in: Congreso Latinoamericano de Bio-Plaguicidas y Abonos
Orgánicos. San José, Costa Rica.

41. Lopez, A. y Espinoza, J. 1995. Manual de nutrición y fertilización del
banano. CORBANA/INPOFOS, Quito, Ecuador.

42. Lung, A., Lin, C., Kim, J., Marshall, R. Nordstedt, N. Thompson, R. y
Wei, C. 2001. Destruction of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella*
enteritidis in cow manure composting. Journal of Food Protection 64:
9:1309-1314.

43. Marín, D. y Romero, R. 1998. El combate de la Sigatoka Negra In:
Divulgación científica al servicio del productor bananero nacional.
Revista CORBANA. San José, Costa Rica. 104-129.

44. Marín, D., Romero, R., Guzmán, M., y Sutton, T. 2003. Black sigatoka:
An increasing threat to banana cultivation. Plant Dis. 87:208-222.

45. Matínez, C. 2001. La demanda internacional de productos orgánicos:
ventajas y debilidades en la comercialización. www.proargentina.org
(visitado noviembre, 2007)

46. Merchán, V. 1995. Manejo del picudo del plátano. Informe de Actividades, Convenio ICA-CIID. Manizales, 8 de marzo de 1995.
47. NOSB. National Organic Standards Board. 2002. Compost Task Force Recommendation, as amended by the NOP.
48. NOSB. 2004. Compost Tea Task Force Report. p21.
49. Obledo E., Hernández, A. y López, M. 2004. Extractos vegetales, una opción en el control de la Sigatoka Negra. XVI Reunión Internacional. ACORBAT. Oaxaca, México. p184.
50. Osorio, G. 2006. Evaluación de hongos endofíticos y extractos botánicos para el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano Tesis sometida a consideración del Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica p90
51. Pérez, L. 1998. Black Sigatoka disease control in banana and plantains plantations in Cuba. Management of the disease based on an integrated approach. *INFOMUSA*. 7 1:27-30.

52. Pérez, L., Mauri, F., Barranco, B. y García, G. 1993. Efficacy of EBI's fungicides in the control of *Mycosphaerella fijiensis* Morelet on banana and plantains with treatments based on stage of evolution of the disease (biological warnings) in Cuba. In Proceedings of the 6th International Congress of Plant Pathology, Montreal, Canada. p55
53. Rhodes, P. 1964. A new banana disease in Fiji. Commonwealth Phytopathological News 10:38-41.
54. Rivas, G. y Rosales, F. 2003. Actas del taller "Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas", celebrado en Guayaquil - Ecuador. 11- 13 de agosto.
55. Rodríguez, J. y Flores, J. 2005. Agricultura Orgánica en Ecuador. Cooperación Técnica Alemana GTZ. 41
56. Scheuerell, S. 2002. Compost teas and compost amended container media. Ph.D. Dissertation. Oregon State University, Corvallis, USA p130

57. Scheuerell, S. y Mahaffee, W. 2002. Compost tea: Principles and prospects for plant disease control. *Compost science and utilization*. 10 4:313-338.
58. SICA, Servicio de Información y Censo Agropecuario. Manejo alternativo de la Sigatoka Negra, Ecuador. 2001. En www.sica.gov.ec (visitado, Mayo 2007)
59. Stover, R. 1972. Banana, Plantain and Abaca Diseases. Commonwealth Myco-logical Institute. Kew - UK p316.
60. Stover, R. 1980. Sigatoka leaf spot diseases of bananas and plantains. *Plant Disease* 64:750-756.
61. Stover, R. y Simmonds, N. 1987. Bananas, 3rd edition. Longman scientific and technical. Harlow. Essex, U.K p468.
62. Stover, R. y Fielding, M. 1958. Nematodes associated with root injury of *Musa* spp. in Honduran banana soil. *Plant Dis. Report*. 42:938-940.
63. Stover, R. and Simonds, N. 1987. Bananas. Longman scientific and technical. 3th ed. England. p467.

64. Suquilanda, M. 2001. Manejo alternativo de Sigatoka Negra en Ecuador. Cultivos Controlados 35. p4.

65. Suquilanda M. 1998. Agricultura Orgánica. Manual práctico para la elaboración de biol. Quito, Ecuador p30

66. Vidal A. 1992. Sigatoka Negra en Cuba. En nuevos focos de plagas y enfermedades. Boletín Fitosanitario de la FAO 40:1-2.