

**EFFECTIVIDAD DE MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS Y/O PRODUCTOS  
BIOLOGICOS, EN LA PREVENCIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA  
(*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), EN EL CULTIVO DE BANANO**

**JORGE LUIS GUISAO RODRIGUEZ  
FRANCISCO JAVIER PEINADO CELIS**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**2007**

**EFFECTIVIDAD DE MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS Y/O PRODUCTOS  
BIOLÓGICOS, EN LA PREVENCIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA  
(*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), EN EL CULTIVO DE BANANO**

**JORGE LUIS GUISAO RODRIGUEZ**

**FRANCISCO JAVIER PEINADO CELIS**

**MEMORIA DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**DIRECTOR:**

**RAFAEL BOLAÑOS IA, PhD**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIAS  
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**2007**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Presidente

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, marzo 2007

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

**RAFAEL BOLAÑOS AMAYA I.A. PhD.** Director memoria de grado. Profesor catedrático de la Universidad Popular del Cesar.

**CARLOS ARTURO HENAO.** Administrador de la finca” La Juliana II”

**ANTONIO RODRIGUEZ ACOSTA I.A.** Jurado del presente trabajo. Especialista en frutas tropicales, Profesor pensionado Universidad del Magdalena.

**LEDA MENDOZA SOTOMAYOR I.A.** Jurado del presente trabajo y docente de la Universidad del Magdalena.

Al cuerpo de docentes de la facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Agronomica, por su contribución en la formación profesional y académica.

A la **UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA.**

A todas aquellas personas y entidades que de una u otra manera contribuyeron para la realización de esta investigación.

**LOS AUTORES**

*A nuestro Dios, quien nos da la sabiduría y ciencia, nuestros padres,  
hermanas, hermanos y familiares, quienes ofrecieron en el momento  
indicado y oportuno una voz de aliento, así como ejemplos de temple,  
esfuerzo y voluntad; estimulándonos para hacer realidad nuestro  
sueño de ser Ingenieros Agrónomos.*

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>25</b>
<b>1. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>30</b>
<b>1.1 OREIGEN DEL BANANO</b>	<b>30</b>
<b>1.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA DEL GENERO</b>	
<b>MUSA</b>	<b>30</b>
<b>1.3 LIMITANTES PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL BANANO</b>	<b>31</b>
<b>1.4 ETIOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA</b>	<b>33</b>
<b>1.5 SINTOMATOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA</b>	<b>34</b>
<b>1.6 CICLO DE LA ENFERMEDAD</b>	<b>35</b>
<b>1.7 PRODUCCION DE INÓCULO</b>	<b>37</b>
<b>1.8 LIBERACION Y DISPERCION DE INÓCULO</b>	<b>38</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>45</b>
<b>2.1 DISEÑO EPERIMENTAL</b>	<b>45</b>
<b>2.2 MEDICIÓN DE LAS VARIABLE DE ANÁLISIS</b>	<b>53</b>
<b>2.2.1 Evaluación de la sigatoka, (presencia, incidencia, severidad)</b>	<b>53</b>

<b>2.2.2 Componentes de crecimiento en planta madre y primera Generación</b>	<b>54</b>
<b>2.2.3 Componentes de rendimiento en planta madre</b>	<b>54</b>
<b>2.2.4 Componentes de cosecha en planta madre</b>	<b>54</b>
<b>2.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DEL ESTUDIO</b>	<b>55</b>
<b>2.3.1 Determinación del Universo geográfico</b>	<b>55</b>
<b>2.3.2 Determinación temporal</b>	<b>55</b>
<b>2.4 FORMAS DE OBSERVAR LA POBLACIÓN</b>	<b>55</b>
<b>2.5 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.</b>	<b>59</b>
<b>2.5.1 Recolección de la información</b>	<b>59</b>
<b>2.5.2 Técnica o procesamiento de análisis</b>	<b>60</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>62</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>92</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tratamientos y dosis de microorganismos y productos biológicos para efectos preventivos de la Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ), en banano.	<b>47</b>
Tabla 2. Escala de Stover y Dickson, modificada por Gaul para determinar el grado de afección de la sigatoka negra en las hojas de musáceas	<b>53</b>
Tabla 3. Estado de desarrollo de la Sigatoka Negra Fouré 1985.	<b>60</b>
Tabla 4. Precios comerciales y dosis de cada uno de los productos utilizados para el control de la Sigatoka Negra.	<b>83</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Aplicación de los microorganismos antagónicos al follaje de las plantas con una bomba de espalda	<b>56</b>
Figura 2. Medición de las variables semanalmente por parte de los Investigadores	<b>57</b>
Figura 3. Marcación y evaluación de las plantas del ensayo	<b>57</b>
Figura 4. Marcación de los racimos de las plantas evaluadas	<b>58</b>
Figura 5. Pesaje de los racimos al momento de la cosecha	<b>58</b>
Figura 6. Hoja mas joven infectadas (HMJI) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos	<b>63</b>
Figura 7. Hoja mas joven manchadas (HMJM) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos	<b>64</b>
Figura 8. Numero de hojas funcionales al parir (HFP) tomado al momento de la floración para cada uno de los tratamientos	<b>65</b>

Figura 9. Numero de hojas funcionales del hijo (NHFH) tomada al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos	<b>66</b>
Figura 10. Calibre superior (CS) en grados tomado del dedo central de la primera mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos	<b>67</b>
Figura 11. Calibre inferior (CI) en grados tomado del dedo central de la última mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos	<b>68</b>
Figura 12. Longitud superior (LS) en pulgadas tomada del dedo central de la primera mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos	<b>69</b>
Figura 13. Longitud inferior (LI) en pulgadas tomada del dedo central de la última mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos	<b>70</b>
Figura 14. Peso del racimo (PR) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos	<b>72</b>
Figura 15. Peso del vástago (PV) tomado al momento de la cosecha de los racimos en cada uno de los tratamientos	<b>73</b>

Figura 16. Numero de manos (NM) de cada uno de los racimos tomado al momento de la cosecha para cada tratamiento **74**

Figura 17. Numero de hojas funcionales de cada planta al momento de la cosecha (NHFC) para cada uno de los tratamientos **75**

Figura 18. Ratum (R) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos **76**

Figura 19. Altura de la planta madre (APM) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos **77**

Figura 20. Perímetro seudotallo de la planta madre (PSM) tomado al momento de la floración para cada uno de los tratamientos **78**

Figura 21. Altura del hijo (AH) tomada al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos **79**

Figura 22. Perímetro del seudotallo del hijo (PSH) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos **80**

Figura 23. Desarrollo de la infección en cada tratamiento para cada una de las semanas en que se evaluó el cultivo

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Análisis de varianza de la hoja más joven infectada (HMJI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>93</b>
ANEXO B. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la hoja más joven infectada bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera de Magdalena	<b>93</b>
ANEXO C. Análisis de varianza de la hoja más joven manchada (HMJM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>94</b>
ANEXO D. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la hoja mas joven manchada (HMJM) bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)	<b>94</b>
ANEXO E. Análisis de varianza del numero de hojas funcionales al parir (HFP) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>95</b>

ANEXO F. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del numero de hojas funcionales al parir bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **95**

ANEXO G. Análisis de varianza del número de hojas funcionales del hijo (NHFH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **96**

ANEXO H. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del numero de hojas funcionales del hijo bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **96**

ANEXO I. Análisis de varianza del calibre superior (CS) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **97**

ANEXO J. Prueba de Tukey para comparar el calibre superior bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **97**

ANEXO K. Análisis de varianza del calibre inferior (CI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **98**

ANEXO L. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del calibre inferior bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **98**

ANEXO M. Análisis de varianza de longitud superior (LS) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **99**

ANEXO N. Prueba de Tukey para comparar la longitud superior bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **99**

ANEXO Ñ. Análisis de varianza de la longitud inferior (LI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **100**

ANEXO O. Prueba de Tukey para comparar la longitud inferior bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **100**

ANEXO P. Análisis de varianza para el peso del racimo (PR) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **101**

ANEXO Q. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del peso del racimo bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **101**

ANEXO R. Análisis de varianza para el peso del vástago (PV) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **102**

ANEXO S. Prueba de Tukey para comparar el peso del vástago bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **102**

ANEXO T. Análisis de varianza del numero de manos (NM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **103**

ANEXO U. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del numero de manos bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **103**

ANEXO V. Análisis de varianza del número de hojas funcionales a la cosecha (NHFC) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **104**

ANEXO W. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del número de hojas funcionales a la cosecha bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **104**

ANEXO X. Análisis de varianza del ratio (R) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **105**

ANEXO Y. Prueba de Tukey para comparar el ratio bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **105**

ANEXO Z. Análisis de varianza de la altura de la planta madre (APM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006) **106**

ANEXO A.A. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la altura de la planta madre bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006) **106**

ANEXO A.B. Análisis de varianza del perímetro del seudotallo de la madre (PSM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>107</b>
ANEXO A.C. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del perímetro del seudotallo de la madre bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)	<b>107</b>
ANEXO A.D. Análisis de varianza de la altura del hijo (AH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>108</b>
ANEXO A.E. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la altura del hijo bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)	<b>108</b>
ANEXO A.F. Análisis de varianza del perímetro del seudotallo del hijo (PSH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)	<b>109</b>
ANEXO A.G. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del perímetro del seudotallo del hijo bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)	<b>109</b>
ANEXO A.H. Formulario evaluación variables de la enfermedad: Efectividad de microorganismos antagónicos en la prevención de la Sigatoka Negra en el cultivo de banano.	<b>110</b>
ANEXO A.I. Formulario evaluación variables de producción.	<b>111</b>

## RESUMEN

El cultivo del banano es tradicionalmente uno de los cultivos con mas desarrollo en el país, sin embargo, ha tenido que afrontar muchos problemas por lo cual las compañías productoras se han visto en la necesidad de mejorar cada día las condiciones en las cuales se desarrolla el cultivo. El mayor problema del banano es la enfermedad conocida como “Raya Negra” o Sigatoka Negra cuyo agente causal es el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet el cual ataca las hojas de las plantas.

Existen muchas teorías a cerca de donde provino la enfermedad, lo cierto es que su aparición en Colombia fue en el año 1981 en la zona bananera de Urabá de donde se ha diseminado por las regiones Atlántica y Pacífica, luego se extendió por el resto del país.

Muchos han sido los intentos por detener la enfermedad pero todos han sido inútiles, por que solo se ha podido controlar el patógeno con productos de síntesis química, estos productos se están aplicando cada vez con mayor intensidad ya que el hongo causante se ha hecho resistentes a ellos ocasionando un deterioro en el medio ambiente gracias a los desechos y residuos de estos productos que día a día son mayores.

Gracias a las políticas ambientales que se están adoptando en todo el mundo, los países productores de banano se han visto en la necesidad de implementar medidas que ayuden al fortalecimiento del medio ambiente, es por esto que se están buscando alternativas de control más eficaces y a base de productos orgánicos.

Como una alternativa de solución al problema de la Sigatoka Negra se llevó a cabo esta investigación la cual busca el uso de microorganismos antagónicos que contribuyan en el control de la enfermedad sin ser contaminantes.

Esta investigación se desarrolló en una finca ubicada en la zona bananera del municipio de Ciénaga Departamento del Magdalena cuyas coordenadas geográficas son 10° 58' 45.8" de latitud Norte y 74° 10' 48.2" de longitud Oeste, con una temperatura de 27°C, una precipitación promedio de 900 mm/año y una humedad relativa del 75% en promedio, altura de 50 m.s.n.m, clasificación ecológica de bosque seco tropical (bs-t).

El objetivo fue el de evaluar el comportamiento de los microorganismos antagónicos tales como los hongos *Trichoderma*, *Paecilomyces lilacinus*, la bacteria *Burkholderia cepacia* y de otros productos llamados biofertilizantes.

A nivel de campo se utilizó un diseño experimental con distribución en bloques completos al azar con ocho tratamientos y siete repeticiones.

De acuerdo con los resultados obtenidos se demostró que los microorganismos antagónicos son un buen sistema de control ya que, no solo controlan al patógeno, sino que además, ayudan a que las plantas tengan mejores condiciones para crecer y desarrollarse.

En la mayoría de las variables evaluadas los mejores resultados estuvieron en los tratamientos en que se utilizó una combinación entre hongos y bacterias, mientras que el tratamiento ocho, que fue el testigo comercial y en el cual se utilizaron productos químicos, estuvo por debajo del promedio de los tratamientos a base de microorganismos.

La relación costos/beneficios muestra que con la utilización de los microorganismos antagónicos, los rendimientos serán mayores, ya que estos son mas económicos y efectivos para el control de la Sigatoka Negra.

Por ser más económicos son mas fáciles de adquirir por aquellos productores que no cuentan con los recursos (pequeños productores) que les permitan controlar la enfermedad.

## SUMMARY

The cultivation of the banana tree is traditionally one of the cultivations with but I develop in the country, however had had to confront many problems reason why the companies producers they have seen each other in the necessity of improving every day the conditions in which the cultivation is developed. The biggest problem in the banana tree is the well-known illness as "it Lines Quarter note" or Sigatoka Quarter note whose causal agent is the mushroom *Mycosphaerella fijiensis* which attacks the leaves of the plants.

Many theories exist to near where the illness, the certain thing came it is that its appearance in Colombia was in the year 1981 in the banana area of Urabá of where it has been disseminated by the Atlantic regions and it pacifies, then he/she extended for the rest of the country.

Many have been the intents to finish this illness but all were useless the certain thing is that alone he/she has been able to control the pathogen with products of chemical synthesis, these products are applying since every time with more intensity the causing mushroom it has become immune to them causing a deterioration in the environment thanks to the waste and residuals of these products that day by day are bigger.

Thanks to the environmental politicians that are adopting the countries producing of banana tree in the entire world they have seen each other in the necessity of implementing measures that help to the invigoration of the environment, it is for this reason that they are looking for alternative of more effective control and with the help of organic products.

As a solution alternative to the problem of the Black Sigatoka was taken to I dig this investigation which looks for the use of antagonistic micro organisms that you/they contribute in the control of the illness without being polluting.

This investigation was developed in a property located in the Magdalena's banana area whose coordinated geographical they are 10° 58' 45.8" of North latitude and 74°10'48.2" of longitude West, with a temperature of 27°C, a precipitation average of 900 mm/año and a relative humidity of 75% on the average, height of 50 m.s.n.m, ecological classification of tropical very dry forest (bs-t).

The fundamental objective was the one of evaluating the behaviour of the antagonistic micro organisms as the mushrooms *Trichoderma*, *Paecilomyces lilacinus*, the bacteria *Burkholderia cepacia* and of other products called biofertilizantes.

At field level you use an experimental design with distribution in complete blocks at random with eight treatments and seven repetitions.

In accordance with the obtained results was demonstrated that the antagonistic micro organisms are since not a good control system alone they control the pathogen but rather they also help to that the plants have some better conditions to grow and developed.

In most of the evaluated variables the best results were in the treatments in that you uses a combination between mushrooms and bacteria's while the treatment eight that was the commercial witness and in which chemical products were used it was below the average of the treatments with the help of micro organisms.

The relationship costs/benefits shows that with the use of the antagonistic microfilm the yields will be bigger since these they are but economic and troops for the control of the Black Sigatoka.

To be but economic they are but easy to acquire for those producers that don't have the resources (small producers) that allow them to control the illness

## INTRODUCCIÓN

La Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), es la enfermedad foliar más destructiva que ataca al género Musa. Fue registrada por primera vez en las islas Fiji, en 1963, donde en poco tiempo se diseminó desplazando a la Sigatoka Amarilla, comportamiento que se presenta en forma similar en la mayoría de las regiones bananeras y plataneras del mundo. Aparentemente, la “Raya Negra” (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) se originó en Papua, Nueva Guinea e islas Salomón, desde donde posteriormente y antes de 1927 se dispersó a Taiwán, Fidji, Hawai, Filipinas y otras islas del pacífico asiático. (5)

Su ingreso a América Latina es incierto; se registró en 1972 atacando plantaciones de banano en Honduras, aunque existen citas del patógeno desde 1969. En los años siguientes a la década de los 70s, la enfermedad alcanzó proporciones epidémicas en los países centroamericanos. (5)

Esta enfermedad es causada por el hongo ascomicete *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, estado perfecto de *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. Cuando se reconoció por primera vez en las islas del pacífico, se le dio el nombre de “raya Negra”; sin embargo, hoy en día es mas conocida como “Sigatoka Negra”, nombre dado al reconocerse en Centroamérica en 1972. En esa época se pensó que la

enfermedad era causada por *Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*, una variante de *Mycosphaerella fijiensis*. En la actualidad, con base en estudios y análisis microbiológicos, ahora ambos patógenos son considerados como sinónimos. (3)

En Colombia se detectó por primera vez en octubre de 1981, en la zona bananera de Urabá. Desde entonces se ha diseminado por las regiones Atlántica y Pacífica a través de los valles aluviales y hacia la zona central del país por el valle central del río Magdalena, alcanzando los departamentos de Caldas, Cundinamarca y Tolima. (4)

El control de la Sigatoka Negra se basa en la aplicación de productos sistémicos protectantes que permiten luchar de forma eficaz contra la enfermedad en plantaciones comerciales de banano, pero sus efectos sobre el medio ambiente son preocupantes. Aunque es posible reducir notablemente el avance de la enfermedad, esta se hace cada vez más difícil debido a la resistencia adquirida por el patógeno a ciertos productos como resultado del continuo uso de estos. (4)

La creciente necesidad de reducir el uso de agroquímicos para el control fitosanitario hace necesario desarrollar tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismo, insectos o nemátodos con calidad y en cantidades suficientes para su aplicación masiva en las áreas de cultivos. (4)

El control biológico de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) está dado como una alternativa que va en busca de proteger el medio ambiente. Por esta razón, se plantea esta investigación cuya finalidad es la de evaluar la acción de productos biológicos a base de hongos y bacterias, que por su acción antagónica pueden combatir a la Sigatoka Negra ya sea de forma directa o previniendo futuros ataques de la enfermedad. (16)

Para evaluar la acción de los productos biológicos es necesario llevar un seguimiento en todas las plantas sometidas a la aplicación de estos teniendo en cuenta los componentes de crecimiento, producción y cosecha para conocer que beneficios tanto económicos como ambientales se pueden obtener con el uso de productos biológicos en el control de la Sigatoka Negra. (15)

Los principales objetivos de esta investigación son los de determinar la efectividad de los microorganismos antagónicos (*Trichoderma sp.*, *Paecilomyces lilacinus*; *Burkholderia cepacia*); igualmente del caldo bórdeles (Antrasin) y biofertilizante antiestrés (BP-150) en la prevención de la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, en el cultivo de banano, y monitorear su dinámica biológica, bajo la presión de los mismos.

Evaluar la eficacia de los hongos Trichoderma sp, (Fitotripen WP), Paecilomyces lilacinus (Safelomyces), de la bacteria Burkholderia cepacia, (Botrycid CE), y del caldo bórdeles (Antrasin) como del biofertilizante antiestrés (BP-150) en el manejo de la enfermedad Sigatoka Negra,

Monitorear la dinámica biológica de la Sigatoka Negra Mycosphaerella fijiensis Morelet, frente a la presión de los microorganismos antagónicos y demás productos biológicos en estudio.

Ampliar el conocimiento, y observar las características de la actividad biocontroladora de los hongos Trichoderma sp; Paecilomyces lilacinus y de la bacteria Burkholderia cepacia, en relación con su acción antibiótica, efecto de predación y competitiva, que los clasifican como antagónicos.

Determinar la relación costo/beneficio de la acción de los microorganismos antagónicos (Hongos- bacteria), y demás productos biológicos para el control de la enfermedad

# 1. REVISION DE LITERATURA

## 1.1 OREIGEN DEL BANANO

Se considera que el banano silvestre ha sido utilizado por el hombre desde los comienzos de su existencia y que su domesticación empezó al iniciarse el cultivo de las plantas comestibles. No se ha podido establecer con exactitud el área geográfica de donde ellos provienen; así, en algunos escritos se sugiere que el principal centro de origen para todo el grupo se encuentra en Malaca o en las islas inmediatamente al Sur de esta península. Otros autores mencionan que los bananos se originaron en el Sureste de Asia y en las áreas Occidentales de regiones del Pacífico, en donde sus ancestros siguen encontrándose en el bosque, en forma de vegetación natural. (3)

## 1.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA DEL GENERO MUSA

El banano Musa AAA pertenece a la familia de las Musáceas del orden Zingiberales e incluye 150 especies distribuidas a lo largo y ancho de las regiones tropicales del globo terráqueo. Los bananos cultivados actualmente, se derivan de una especie silvestre conocida como Musa acuminata de la cual descienden

todas las variedades conocidas hoy en día, como resultado de mutaciones de esa especie o de sus híbridos. En la mayoría de los casos las variedades son triploides, es decir, que tienen en sus células tres conjuntos de cromosomas en lugar de los dos que normalmente presentes, en los organismos diploides. De esta manera, sus orígenes se pueden indagar en función de su constitución genotípica o cromosómica; así las variedades triploides con genoma AAA que caracterizan a los bananos, están conformadas por tres conjuntos de cromosomas A, aportados por *Musa acuminata*. (3)

### **1.3 LIMITANTES PARA LA PRODUCTIVIDAD DEL BANANO**

El comercio del banano se inicio con el cultivar triploide Gros Michel el cual, a través del tiempo y por efecto de sus características morfológicas y su susceptibilidad a varias enfermedades, fue reemplazado por unos pocos clones de banano triploides de mesa pertenecientes al subgrupo Cavendish, de los cuales los mas importantes son el Gran Enano, el Valery y el Williams. (2)

La productividad de los cultivos de banano para exportación, es afectada por un sin numero de agentes y situaciones que incluyen fenómenos naturales y practicas que se realizan en las plantaciones, desde la selección de la semilla hasta el manejo de la fruta, las cuales pueden incidir drásticamente sobre sus rendimientos económicos. Esto quiere decir, que la mayor o menor productividad serán

consecuencia de todos los sucesos y actividades que conforman el proceso y, prácticamente, no existe un aspecto único que pueda ser el responsable directo de unos buenos o malos resultados. (2)

Sin embargo, puede anotarse con toda seguridad que, uno de los problemas mas importantes y con mayor impacto sobre los beneficios de estos cultivos, a nivel mundial, es el de la Sigatoka Negra, enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, de muy amplia distribución y diseminación, que alcanza niveles muy severos de infección, con muy amplias repercusiones sobre costos, calidad y rendimientos, especialmente, cuando la fruta se produce para comercializarla en mercados internacionales.(9)

El perjuicio que trae consigo la agresividad de la Sigatoka Negra también afecta, muy considerablemente, a los pequeños agricultores ya que, por su condición económica y su baja o nula participación en el proceso de exportación, ellos no ponen en práctica un programa de manejo sistematizado acorde con las características de la enfermedad, tal como si se adelanta en las plantaciones comerciales. (7)

#### 1.4 ETIOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA

La Sigatoka Negra es causada por el hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, con su fase imperfecta correspondiente a *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. Renombrado recientemente como *Pseudocercospora fijiensis* (Morelet) Deighton, el cual se propaga mediante la producción de conidios y ascosporas. (13)

Los conidios o esporas de origen asexual se forman sobre los conidióforos los cuales salen a través de los estomas, en las lesiones jóvenes típicas de la enfermedad. Los conidios se desprenden de los conidióforos por acción del agua y/o el viento y son los responsables de la infección de las plantas vecinas, de los hijos y también de las reinfecciones. Las ascosporas o esporas de origen sexual se forman mas tarde en las manchas adultas de color blanco grisáceo, especialmente, en las hojas muertas o necrosadas y se producen en el interior de cuerpos fructíferos llamados seudotecios o seudoperitecios, los cuales aparecen como puntos negros apenas visibles a simple vista sobre las manchas. La liberación de las ascosporas maduras hacia la atmósfera, ocurre por acción del agua minutos después de estar las hojas mojadas. (8)

## 1.5 SINTOMATOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA

Se han descrito seis estados para el desarrollo completo de una lesión de Sigatoka Negra, desde el momento en que aparece el primer síntoma hasta cuando se manifiesta la mancha ceniza, pasando por varios estados, los cuales han sido descritos por Fouré de la siguiente manera:

**ESTADO 1.** Corresponde a una pequeña decoloración o pizca de color blanco o amarillo más o menos de un milímetro de largo y visible, únicamente, en el envés de la hoja. Para observarla, debe exponerse el envés de la hoja a la luz ya que al trasluz no puede verse. Las pizcas se encuentran, por lo general, en el lado izquierdo del ápice de las hojas.

**ESTADO 2.** La decoloración o pizca se convierte en una estría de 2 a 3 milímetros de largo, observable tanto por el envés como por el haz de la hoja, pero conserva el color rojizo en el envés.

**ESTADO 3.** La estría aumenta sus dimensiones haciéndose mas larga y mas ancha hasta alcanzar 20 a 30 milímetros de largo, de color rojizo por el envés y negro por el haz.

**ESTADO 4.** Las estrías han formado una mancha oval o elíptica que conserva el color café rojizo por el envés y negra por el haz de la hoja.

**ESTADO 5.** La mancha de forma elíptica toma color negro en ambas caras de la hoja, presentando en el haz, una ligera depresión en el centro; además, aparece rodeada por un halo de color amarillo intenso.

**ESTADO 6.** Finalmente el centro de la mancha se seca tomando un color blanco grisáceo. La lesión aparece limitada por un borde o anillo necrótico bien definido de color negro. Esta área, a su vez, está rodeada por un halo de color amarillo brillante. Sobre las manchas alcanzan a apreciarse los pseudotecios en forma de puntos erupentes muy oscuros.

El desarrollo de la enfermedad varía en función de las condiciones climáticas, del estado de desarrollo de la planta, de la variabilidad del hospedante y de la severidad del ataque. (6)

## **1.6 CICLO DE LA ENFERMEDAD**

El ciclo de vida del agente causal de la "Raya Negra" se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo, que han sido liberadas por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de

germinación ocurre en una hora o algo mas. La penetración al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa, pero normalmente ocurre en un lapso de dos a tres días. (1)

El período de incubación del hongo, referido como el tiempo entre germinación y aparición de la primera pizca dura en banano, en condiciones de la zona de Urabá, es de 17 días y en plátano 29; mientras que el periodo de latencia o sea hasta la aparición de conidióforos y conidios, que se forman en el estado de estría, ocurre 28 días luego de la infección en banano y 34 días después en plátano. Ascosporas maduras de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet pueden observar 49 días después de la infección en banano y 64 días después en plátano. (1)

Durante los meses de verano los periodos de incubación y latencia, la transición de la infección a cada uno de los síntomas y la formación de peritecios presentan una mayor duración promedio, que se refleja en un retardo en la manifestación de los síntomas y por ende en la formación de conidios, peritecios y ascosporas. Las condiciones ambientales, el estado fisiológico y grado de nutrición de la planta, la virulencia del patógeno junto con la concentración de esporas o conidias, son determinantes en la intensidad de infección y la evolución a cada uno de los estados de desarrollo de la enfermedad. Es así como se pueden encontrar pizcas de Raya Negra cinco días después de inocular con una concentración muy fuerte de esporas o alargamiento de los ciclos de enfermedad por efecto de condiciones ambientales adversas. (11)

## 1.7 PRODUCCION DE INÓCULO

Sobre las manchas que caracterizan a la enfermedad se producen dos tipos diferentes de inóculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno, siendo el estado conidial donde se presentan las mayores diferencias morfológicas entre *Mycosphaerella musícola* y *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Los conidióforos de *P. fijiensis* se forman en el campo desde el estado de estría hasta el estado de mancha. Conteos de conidióforos y conidias en cada estado de desarrollo de la enfermedad, indican que una mayor cantidad de conidióforos se producen en el segundo estado de estría. Sobre este tipo de lesiones es posible contabilizar la cantidad de conidios formados, debido a que son fácilmente liberados por el viento y el agua; sin embargo, en plátano, sobre una estría estado dos, con un área entre 7 y 30 mm<sup>2</sup> pueden existir cerca de siete estomas por milímetro cuadrado, de los cuales un 75% aparecen formando conidióforos con cerca de cinco cosechas de conidios. Formaciones de solo un conidióforo en el 50% de los estomas, sugiere que la habilidad esporulativa del patógeno podría llegar a generar entre 100 y 300 conidios.(4)

El numero de ascosporas de *M. fijiensis* esta igualmente condicionado por la cantidad de estructuras del patógeno por unidad de área y ésta a su vez por factores como densidad de infección, susceptibilidad del hospedero, madurez de las formaciones fungosas y condiciones ambientales. Conteos sobre liberación no se han efectuado, pues se considera que una forma eficiente de evaluar la

capacidad esporulativa es a través de la concentración de peritecios por unidad de área, que con *M. fijiensis* llega a ser considerable; no obstante ha sido relativamente difícil de establecer en relación con la variabilidad de maduración de las estructuras fungosas y su concentración como efecto de la infección ocurrida. (4)

### **1.8 LIBERACION Y DISPERCION DE INÓCULO**

La liberación de conidios de *P. fijiensis*, es principalmente efectuada por el agua en forma de lluvia o rocío y por el viento; aunque una alta frecuencia de dispersión se presenta mediante un efecto conjunto de dos de estos factores. Gotas de lluvia que ruedan sobre los hojas, arrastran conidios a áreas, plantas u hojas, ubicadas en sitios inferiores al lugar de la lesión. Estas gotas, cargadas de conidios, eventualmente son impactadas por nuevas gotas de lluvia que logran impulsar microgotas ascendentes que se depositan finalmente en áreas superiores de la planta o logran ser liberadas al ambiente por su diseminación eólica. (4)

La Sigatoka Negra, cuyo agente causal es el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet es la enfermedad que mayores pérdidas causa en las plantaciones comerciales de plátanos y bananos, debido a la severidad de infección al follaje, el cual queda totalmente quemado e inservible para los procesos fotosintéticos, provocando al final una baja producción y racimos de mala calidad, lo cual estará

directamente relacionado con una reducción en la superficie sembrada y aumento en la tasa de desempleo. (4)

El control químico de la Sigatoka Negra se basa en la aplicación de funguicidas protectantes (Mancozeb ó Clorotalonil) y sistémicos pertenecientes, a los grupos Benzimidazoles, Triazoles, Morfolinas y Estrobirurinas. Aplicados bien sea en emulsión, en agua ó en suspensión sólo en aceite. (16)

Para que los funguicidas protectantes sean eficientes, deben llegar a la hoja antes que las esporas del hongo causen la infección ya que estos actúan sobre el hongo en la superficie de la hoja, donde inhiben la respiración del patógeno en varios sitios, impidiendo su germinación y penetración. En contra posición, los funguicidas sistémicos pueden penetrar la cutícula foliar y se mueven dentro de la hoja controlando el hongo. La característica de penetrar y moverse dentro de la hoja, obliga a que los funguicidas posean un modo de acción muy específico sobre el patógeno (máximo dos sitios de acción), y que a su vez no afecten las plantas. No obstante, este modo de acción específico de los funguicidas sistémicos, los hace más vulnerables a generar resistencia dentro de la población del hongo, lo cual se traduce en menor eficacia y mayores costos de control, explicados por la necesidad de implementar los ciclos de funguicidas para obtener un control adecuado. (14)

No existe realmente un control biológico de la enfermedad, el manejo consiste más bien en tratar de minimizar su propagación en la plantación eliminando

brotos de inoculo a través del deshoje de hojas afectadas por Sigatoka y mejor aun quemándolas. Pero como el hongo se propaga con el viento el manejo se dificulta cuando los vecinos no hacen lo mismo. Otra recomendación es sembrar de forma intercalada variedades resistentes con variedades susceptibles de Musa spp, y sembrar en general cortinas rompevientos, sin embargo no se conoce realmente el impacto de estas medidas en la incidencia de la enfermedad. Lo ideal es sembrar variedades resistentes. (10)

Actualmente, el control de la Sigatoka Negra se hace utilizando productos de síntesis química, involucrando el uso indiscriminado de productos tóxicos y efectos residuales en el medio ambiente (suelos y aguas) con una frecuencia mínima de 25 a 30 aplicaciones por ciclo de producción sin la debida asistencia técnica por parte de los organismos oficiales del estado. Esto ha traído como consecuencia grandes pérdidas económicas por los elevados costos que representan los productos. Lo anterior puede generar la aparición de razas resistentes del patógeno con más frecuencia sino se toman medidas pertinentes. (17)

Especies de Bacterias de los géneros Agrobacterium, Bacillus y Pseudomonas, se han evaluado para el control de enfermedades en varias especies de plantas. El Género Pseudomonas se considera como uno de los más importantes agentes de control biológico de patógenos de plantas, se ha demostrado que varias de sus especies tienen buena habilidad para colonizar raíces, suprimir los patógenos y favorecer el crecimiento de las plantas, Estudios recientes demuestran que P. Fluorecens y P. putida pueden prevenir ó incluso controlar organismos nocivos de

la Rizosfera en varias especies de plantas, igualmente algunas razas de las especies de Pseudomonas pueden proteger a las plantas de banano de la infección del hongo de la Sigatoka Negra. (17)

Especies del hongo Trichoderma han cobrado gran importancia por sus propiedades antifúngicas contra otras especies como: Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia, Phymatotrichum, Pythium y Sclerotium, entre otros. Trichoderma pertenece a los hongos llamados imperfectos, produce gran cantidad de esporas lo cual facilita su diseminación. Este hongo hiperparasito actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas y mico-parasitismo, además produce sustancias promotoras de crecimiento de las plantas cuando es aplicado al suelo. (16)

La mayoría de cepas de Trichoderma no poseen etapa sexual, por lo que producen únicamente esporas asexuales. Sin embargo, se conoce la etapa sexual de unas pocas cepas, pero no han sido consideradas para propósitos de biocontrol. La etapa sexual, cuando está presente, se encuentra bajo los hongos Ascomycetes en el género Hypocrea. La taxonomía tradicional está basada en las diferencias morfológicas, principalmente en el aparato de esporulación asexual; en la actualidad ya se están empleando técnicas moleculares para la identificación y clasificación de los organismos. Consecuentemente, la taza ha ido de nueve a, por lo menos, 33 especies. (18)

Diferentes cepas de Trichoderma pueden controlar a cada hongo patógeno para el cual se ha diseñado un programa de biocontrol. Sin embargo, la mayoría de cepas de Trichoderma son más eficientes para controlar a ciertos patógenos, pudiendo ser ineficaces contra algunos hongos. Se ha descubierto recientemente que algunas cepas pueden inducir a las planta para que "enciendan" su mecanismo nativo de defensa, esto hace pensar que se podrían controlar a otros patógenos a parte de los hongos. (12)

Actualmente se están realizando estudios sobre la efectividad de diferentes microorganismos, especialmente bacterias, entre ellas algunas de los géneros Serratia y Bacillus con capacidad glucanolítica y quitinolítica, como agentes de control biológico de la Sigatoka Negra del plátano. Asimismo se han evaluado organismos que inducen una resistencia sistémica de la planta frente al ataque de Mycosphaerella fijiensis Morelet, entre los cuales se encuentran aislamientos de Pseudomonas fluorescens, P. cepacia y Trichoderma harzianum, observándose un mejor desarrollo de las plantas y una menos severidad de la enfermedad cuando son tratadas con estos microorganismos. (15)

Entre los hongos utilizados para el biocontrol de patógenos fúngicos de suelo, varias especies de Trichoderma han sido merecedoras de una mayor atención, su actividad resulta en una combinación de mico-parasitismo y producción de metabolitos. Se estudió la actividad metabólica de cuatro aislamientos de Trichoderma spp. Definidos como promisorios para el control de diversos

patógenos del suelo, entre ellos *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium spp.* (16)

ANTRASIN PC. Producto Natural, que actúa inhibiendo la germinación de las esporas mediante la formación de una película protectora en la lamina foliar; ha sido usado en la agricultura durante mas de 100 años con gran éxito por su amplio espectro, baja toxicidad y bajo costo, manteniendo un equilibrio en el ambiente además de proporcionar a las plantas los nutrientes Cobre, Calcio y Azufre. Respecto a los hongos que esporulan abundantemente como las Royas, Mildeos, Sigatokas y Antracosis, El ANTRASIN destruye sus paredes celulares impidiendo la diseminación y multiplicación de las esporas. (15)

Una gran característica del BOTRYCID C. E. (*Burkholderia cepacia*) sobre otros productos es la compatibilidad con varios microorganismos benéficos, especialmente con los productos FITOTRIPEN (con base en varias especies del hongo *Trichoderma*); y SAFELOMYCES (con base en el hongo *Paecilomyces lilacinus*). Entre estos productos hay un sinergismo comprobado para el control de patógenos causantes del Damping off, Botrytis y Nemátodos respectivamente. (15)

Controla hongos como *Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Verticillium* *Fusarium*, y algunas especies de *Pythium*. Igualmente para hongos que atacan el follaje como: *Botrytis* y *Mycosphaerella*. (15)

Es muy eficiente para el control de bacterias como Erwinia, Xanthomonas, Agrobacterium y Ralstonia solanacearum. (15)

BOTRYCID actúa mediante la producción de un antibiótico (Pyrrolnitrino), cianuro de hidrógeno y fenazinas sustancias capaces de persistir en los sustratos por más de 20 días. Como antagonista, mediante la producción de sideróforos que bloquean el hierro necesario para el crecimiento de hongos y algunas bacterias patógenas. Por su rápida multiplicación compite por espacio, luz y nutrientes con microorganismos patógenos. (15)

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

A nivel de campo se utilizó un diseño experimental con distribución en bloques completos al azar.

Tratamientos = 8 (ver tabla 1)

Bloques y/o repeticiones = 7 (ver diseño de campo)

Nº de plantas por unidad experimental = 2

Nº de plantas por tratamientos = 14

Total unidad experimental  $7 \times 14 = 98$

Testigo = 7 plantas

Total de plantas = 105

### **NUMERO DE PLANTAS**

Por repeticiones = 2

Por tratamiento = 14

## DISEÑO DE CAMPO

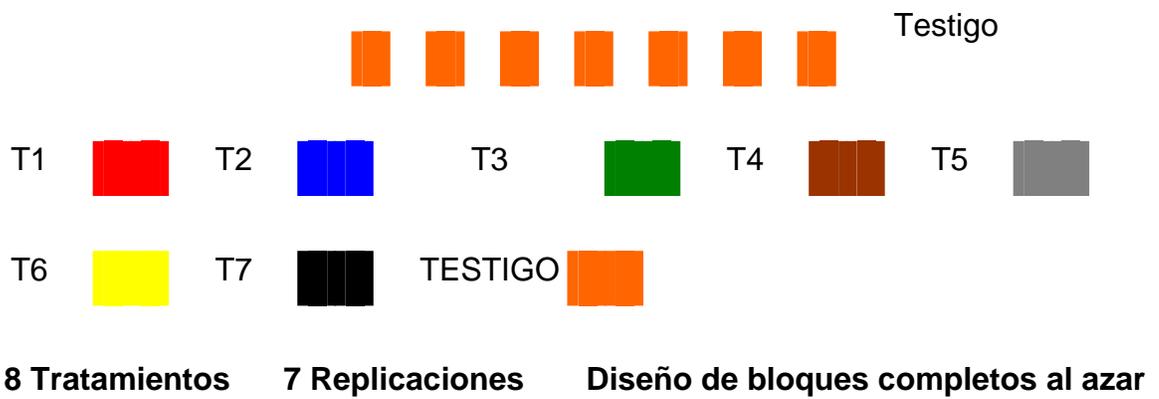
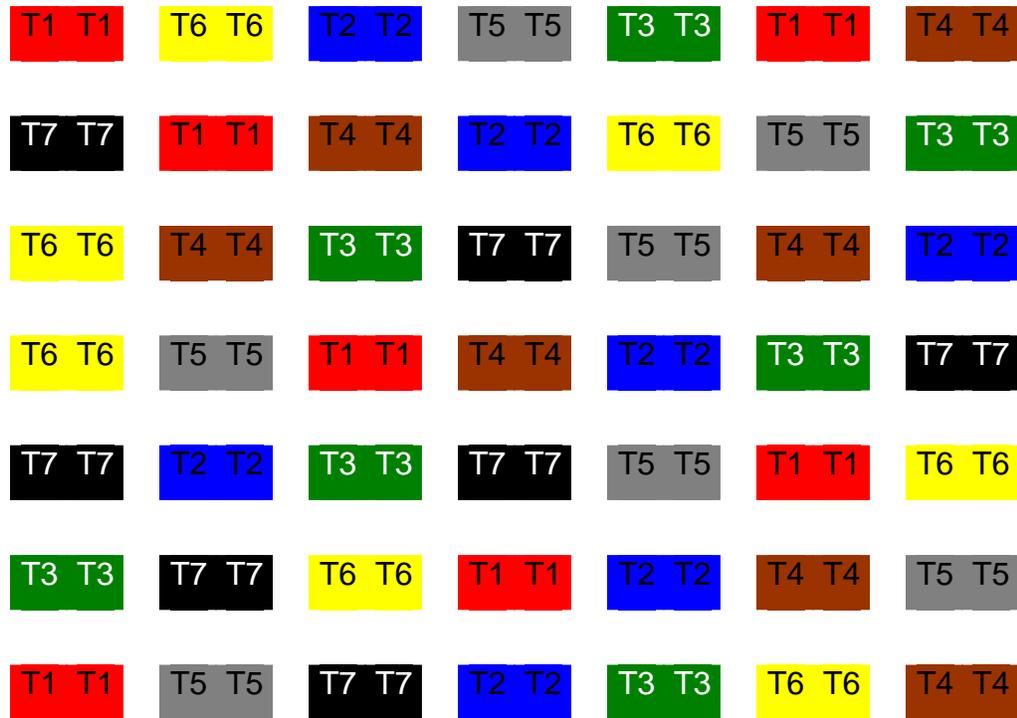


Tabla 1. Tratamientos y dosis de microorganismos y productos biológicos para efectos preventivos de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), en banano.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	Dosis /Ha
T1	<u><i>Burkholderia cepacia</i></u> (Botrycid) + Neofat CE	350cc + 200cc
T2	<u><i>Trichoderma sp</i></u> (Fitotripen WP)+Neofat CE	350gr+200cc
T3	<u><i>B. Cepacia</i></u> (Botrycid) + <u><i>Trichoderma spp</i></u> + Neofat. CE	250cc+ 250gr +200cc
T4	<u><i>B. Cepacia</i></u> + <u><i>Paecilomyces lilacinus</i></u> (SafelomyceS)+Neofat CE	250cc+ 250gr+200cc
T5	Caldo Bordelés (Antrasin )+ Neofat CE	1.5kg + 200cc
T6	<u><i>B. cepacia</i></u> + <u><i>Trichoderma</i></u> + BP-150	250cc + 250gr + 1 litro
T7	Scuper+BP-150	0.5 lit + 1 litro

Continuación de la tabla 1

T8	Sico emulsión(difenaconazol) + Calixin cóctel(Tridemor pH) +Siganex Manzate(Pirymethanil) +Baycor + Manzate	0.4 litros + 0.5 litros + 0.5 litros + 0.5 litros + 1.06 litros
----	---	--

Los productos fueron aplicados con un aspersor de espalda a la parte foliar de las plantas, en mezclas correspondientes a sus respectivos tratamientos. (Ver figura 1)

El producto FITOTRIPEN WP, esta compuesto de las siguientes especies: Trichoderma harzianum, cepas Th-001, 002, 003, recolectadas en cultivos de flores localizados a 2100 m.s.n.m y parasitando los hongos Rhizoctonia, Botrytis, Fusarium, Pythium y Sclerotinia; Th 003- 004, recolectadas en cultivos de melón, Papaya y Maracayá localizados a una altura de 900-1200 m.s.n.m y parasitando a Rhzoctonia, Fusarium y Phytophthora; Trichoderma viridae, Cepas Tv 001-002, obtenidas de materia orgánica en alturas de 100 m.s.n.m y 2100 metros; Trichoderma konningii cepas Tk 001-002, 003, obtenidas en cultivos de café, plátano y pitaya, localizados entre los 1400-1800 metros y parasitando los hongos Rosellinia, Armillaria, Fusarium y Colletotrichum. Para el aislamiento de todos los Trichoderma se utilizó el medio PDA acidificado. (15)

Para el caso del producto SAFELOMYCES, compuesto por diferentes cepas del hongo *Paecilomyces lilacinus*, con las siguientes cepas: PI 001, 002, 003 corresponden a cepas obtenidas en cultivos de flores a 2100 metros y parasitando nemátodos del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus*; cepas PI 004 recolectadas de pupa de mosca del establo parasitadas por el hongo; cepas PI 005, 006, recolectadas de cultivos de tomate de mesa afectado por el nemátodo *Meloidogyne sp.*; cepa PI 007, afectando el nemátodo *Radopholus similis*, en banano a 100 metros. Para el caso del hongo *Paecilomyces* se utiliza el medio PDA acidificado. (15)

Para el caso del producto BOTRYCID CE, cuyo ingrediente activo es la bacteria *Burkholderia cepacia*, esta compuesta de las cepas Bc 001 y 002, obtenidas de flores y heliconias atacando el hongo *Botrytis* y sobre alturas de 2100 y 1400 m.s.n.m respectivamente. Para el aislamiento de la bacteria se utilizó el medio AN. (15)

Los productos utilizados corresponden a las siguientes marcas comerciales:

BOTRYCID C. E. Es un producto con base en una mezcla de cepas de Burkholderia sp. No fitopatógenas, que se han encontrado compitiendo y controlando a otras bacterias, hongos y nemátodos. (15)

DESCRIPCIÓN:

INGREDIENTE ACTIVO: Burkholderia cepacia

APARIENCIA: Líquido lechoso

PH: 5.4-5.6

DENSIDAD: 1.02gr/cc.

CONCENTRACIÓN:  $1 \times 10^6$  unidades formadoras de colonia por centímetro cúbico.

FITOTRIPEN PM. Este producto es una mezcla de varias especies de los hongos antagonistas Trichoderma (harzianum, koningii y viridae). (15)

DESCRIPCIÓN:

INGREDIENTE ACTIVO: Trichoderma spp

PRESENTACIÓN: Polvo mojable

CONCENTRACIÓN:  $1 \times 10^8$  esporas/gramo.

SAFELOMYCES. (Hongo biocontrolador de nemátodos). Producto biológico con base en el hongo Paecilomyces lilacinus, microorganismo de comprobada acción biocontroladora, especialmente sobre huevos y masas de huevos de nemátodos.

También se ha reportado controlando hongos formadores de esclerocios como Sclerotinia y Sclerotium. (15)

DESCRIPCIÓN:

INGREDIENTE ACTIVO: Paecilomyces lilacinus

PRESENTACIÓN: Polvo mojable

CONCENTRACIÓN:  $1 \times 10^8$  esporas/gramo.

NEOFAT CE. (Portador natural de productos químicos y biológicos). Es un producto natural que protege y potencializa la acción de moléculas químicas y microorganismos. Encapsula el producto impidiendo su lavado, evita su evaporación y mejora la penetración en la planta. (15)

DESCRIPCIÓN:

INGREDIENTES: Ácidos grasos saturados y ésteres grasos.

Monocarboxílicos: 35%

Emulsificantes: 18%

Solvente orgánico: 30%

Alcoholes inferiores: 7%

ANTRASIN (CALDO BORDELES). Es un fungicida cúprico inorgánico de acción preventiva, con base en Sulfato de Cobre, Sulfato de Calcio y Cobre elemental, los cuales se lograron homogenizar mediante la formulación en un Gel que permite su estabilidad por más de un año. (15)

DESCRIPCION:

APARIENCIA: Gel de color azul verdoso claro (pasta homogénea)

PH: (solución al 5%): 7.5

COMPOSICIÓN: Sulfato de calcio 18%

Sulfato de Cobre 21%

Cobre elemental 50.35%

GRANULOMETRÍA: El 100% de las partículas pasa por malla 325

SOLUBILIDAD EN AGUA: Completa

BIODEGRADABILIDAD: 100%

S-CUPER. El producto posee acción fungicida / bactericida con un marcado efecto sistémico, para el control de patógenos que atacan raíces, tallos, follajes y frutos.

INGREDIENTE ACTIVO: Es una formulación acuosa con base en sulfato de cobre pentahidratado con concentración del 22% que equivale a un 5.5% de cobre metálico. (15)

BP-150. Fertilizante, hidrorretenedor foliar y antiestresante con base en componentes naturales.

DESCRIPCION: Es una mezcla de elementos mayores, micro elementos y ácidos húmicos y fúlvicos que son fácilmente asimilados por las plantas. Posee filtrados de microorganismos que producen fitohormonas. (15)

PH: 6.3-6.5

DENSIDAD APARENTE: 1.2

## 2.2 MEDICIÓN DE LAS VARIABLE DE ANALISIS

**Variables:**

**2.2.1 Evaluación de la Sigatoka, (presencia, incidencia, severidad)** (véase tabla 2)

Tabla 2. Escala de Stover y Dickson, modificada por Gaul para determinar el grado de afección de la sigatoka negra en las hojas de musáceas:

<b>Grado de ataque</b>	<b>Área afectada</b>	<b>Síntomas</b>
0	0 %	Sin síntomas
1	< 1 %	Mínimo 10 manchas
2	1 a 5 %	Área foliar atacada
3	6 a 15 %	Área foliar atacada
4	16 a 33 %	Área foliar atacada
5	34 a 50 %	Área foliar atacada
6	> 50 %	Área foliar atacada

- En todos los grados, solo se consideró el área que presentaba manchas del estado 6

### **2.2.2 Componentes de crecimiento en planta madre y primera generación:**

- Altura planta
- Grosor Pseudo tallo
- N° de hojas

### **2.2.3 Componentes de rendimiento en planta madre:**

- N° de manos /racimo
- Grado del dedo central de la primera y ultima mano
- Longitud del dedo central de la primera y ultima mano

### **2.2.4 Componentes de cosecha en planta madre:**

- Peso racimo
- Peso vástago
- Ratio potencial

## **2.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DE ESTUDIO**

**2.3.1 Determinación del Universo geográfico.** El estudio se realizó en el municipio de Ciénaga Departamento del Magdalena, en el sector del Manantial a unos 50 Km. de Santa Marta por la troncal de Oriente en la finca “La Juliana II” (Toribio) cuyas coordenadas geográficas son 10° 58’ 45.8” de latitud Norte y 74°10’48.2” de longitud Oeste, con una temperatura de 27°C, una precipitación promedio de 900 mm/año y una humedad relativa del 75% en promedio, altura de 50 m.s.n.m, clasificación ecológica de bosque seco tropical (bs-t). (19)

**2.3.2 Determinación temporal.** El estudio se desarrolló en una duración aproximada de un año comprendiendo fase de campo y procesamiento de datos.

9 meses de fase de campo

3 meses procesamiento de datos

## **2.4 FORMAS DE OBSERVAR LA POBLACIÓN**

El trabajo de investigación se realizó en la finca” La Juliana II” (Toribio) del sector del Manantial en el Municipio de Ciénaga Departamento del Magdalena. Se trabajó en un área de 2145 m<sup>2</sup> en la cual se tenían 7 bloques y 7 repeticiones, cada bloque tenía 14 plantas de las cuales cada 2 plantas conformaban un

tratamiento diferente. En un bloque aparte se tenían las plantas del testigo comercial las cuales eran 7 en total y en una zona donde se aplicaban productos químicos.

Las plantas se marcaron con una cinta de diferente color para cada tratamiento, las aplicaciones de los productos biológicos se realizaron cada 15 días tratando de coincidir con las aplicaciones aéreas de los productos químicos, estas aplicaciones se hacían con una bomba de espalda previamente acondicionada para la respectiva aplicación. (Ver figuras 1, 3 y 4)

La evaluación de las variables se realizó un día por semana con el fin de observar el comportamiento de la enfermedad en cada tratamiento. (Ver figura 2)

Figura 1. Aplicación de los microorganismos antagónicos al follaje de las plantas con una bomba de espalda



Figura 2. Medición de las variables semanalmente por parte de los investigadores



Figura 3. Marcación y evaluación de las plantas del ensayo



Figura 4. Marcación de los racimos de las plantas evaluadas



Figura 5. Pesaje de los racimos al momento de la cosecha



## **2.5 TÉCNICAS O INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

**2.5.1 Recolección de la información.** Para la recolección de la información se efectuó un día por semana en las 105 plantas totales del ensayo para la evaluación, estos datos fueron recopilados en unas planillas.

La presencia, incidencia y severidad de la enfermedad fue evaluada semanalmente con los grados de severidad referido a la escala de Stover (1980) modificada por Gaulh (1989). (Ver tabla 2)

En las plantas previamente seleccionadas se evaluaron las variables durante todo el ciclo vegetativo, aproximadamente 36 semanas hasta la cosecha. ((Ver figura 5)

La hoja mas joven infectada (HMJI) se refiere a la hoja mas joven que presenta síntomas iniciales de la enfermedad (estado I) y hoja mas joven manchada (HMJM) se refiere a la hoja con área necrosada en estado de mancha. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Estado de desarrollo de la Sigatoka Negra Fouré 1985

ESTADIO	DESCRIPCION DEL SINTOMA
1	Pequeñas decoloraciones menores de 1 mm de longitud de color blanco-amarillento, visible solo en el envés de la hoja. No es visible a través de la luz
2	Estrías de 2-3 mm de longitud de color café-rojizo, visibles en el haz y el envés.
3	La estría aumenta su grosor y longitud, se mantiene de color café-rojizo.
4	Manchas ovales de color café en el envés y negro en el haz.
5	Manchas negras rodeadas de un halo amarillento y centro semihundido
6	Manchas con centro hundido de color blanco grisáceo

**2.5.2 Técnica o procesamiento de análisis.** En el campo se tuvo un ensayo, siguiendo un diseño experimental de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 7replicaciones, cada bloque constaba de 14 plantas para la evaluación y el testigo comercial estaba conformado por 7 plantas, constituyendo la unidad experimental un total de 105 plantas evaluadas.

El análisis de los datos obtenidos se realizó con base en el software o programa estadístico Statistical Analysis System S.A.S. posteriormente se desarrolló la interpretación de los resultados correspondientes.

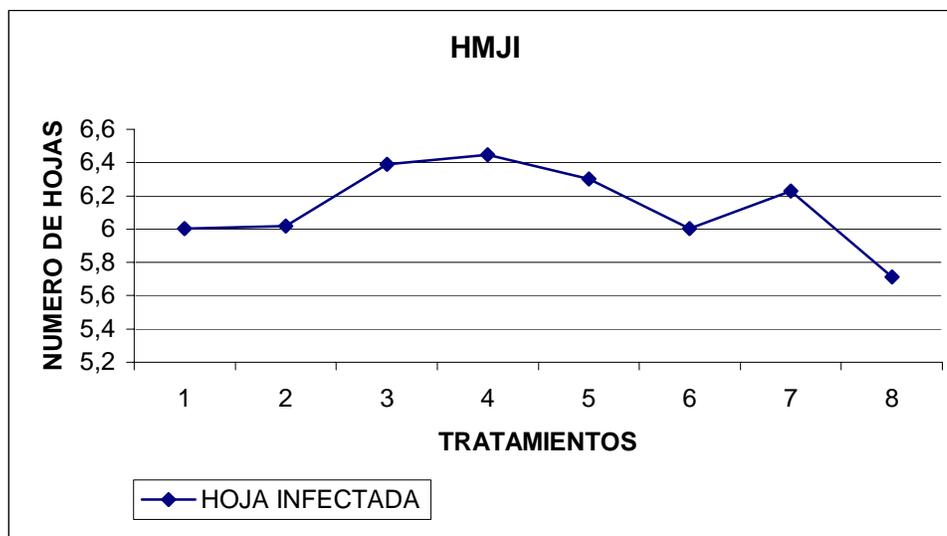
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en esta investigación se presentan en las siguientes figuras desde la número seis (6) hasta la número veintitrés (23), las cuales corresponden a los parámetros evaluados durante el seguimiento a la eficiencia de los microorganismos antagónicos como acción preventiva contra la enfermedad Sigatoka Negra producida por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet .

Al analizar la figura 6 observamos que el mejor promedio fue el del tratamiento número cuatro (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) con 6.44, mientras que el menor promedio fue el del tratamiento número ocho que corresponde al testigo comercial con 5.71. El análisis de varianza de esta variable muestra diferencias altamente significativas (ver anexo A).

Al realizar la prueba de Tukey vemos que los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 no tuvieron diferencias significativas entre ellos, pero que para los tratamientos 1 y 8 si hubo diferencias siendo el 8 (testigo comercial) el de menor promedio (ver anexo B).

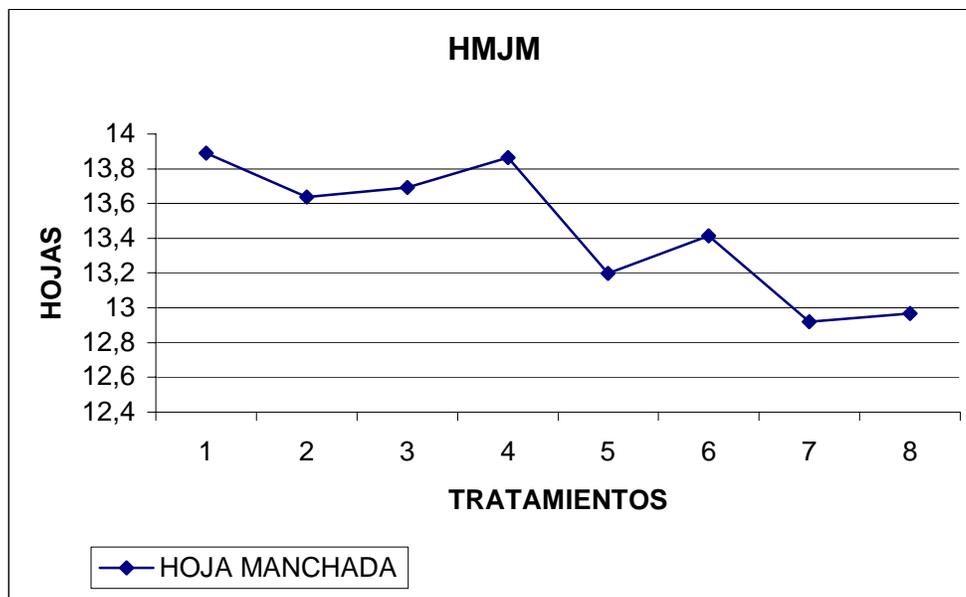
Figura 6. Hoja mas joven infectadas (HMJI) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos



Al analizar la figura número 7 se observa que para esta variable todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, no tuvo diferencias significativas (ver anexo C).

La prueba de Tukey nos muestra que todos los tratamientos son similares pero unos tuvieron mejor comportamiento que otros (ver anexo D), el tratamiento uno (*Burkholderia cepacia* + Neofat CE) con 13.89 fue el mejor, mientras que el tratamiento ocho (testigo comercial) fue el de menor promedio con 12.9

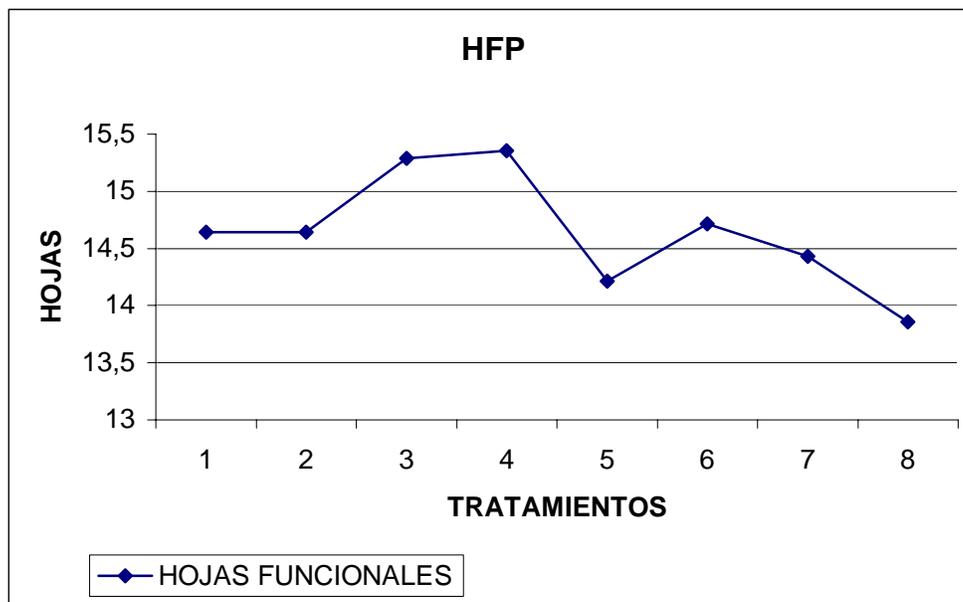
Figura 7. Hoja mas joven manchada (HMJM) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos



Al analizar la figura número 8 vemos que los tratamientos tuvieron diferencias altamente significativas (ver anexo E) siendo el número cuatro (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) el de mejor promedio con 15.37 y el número ocho (testigo comercial) el de menor promedio con 13.85.

La prueba de Tukey nos muestra que los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 que fueron los tratados con los microorganismos antagonísticos se comportaron de forma similar y que por lo contrario fueron diferentes al tratamiento 8 que fue sometido a las aplicaciones de productos químicos comerciales que son utilizados en la zona bananera del Magdalena (ver anexo F).

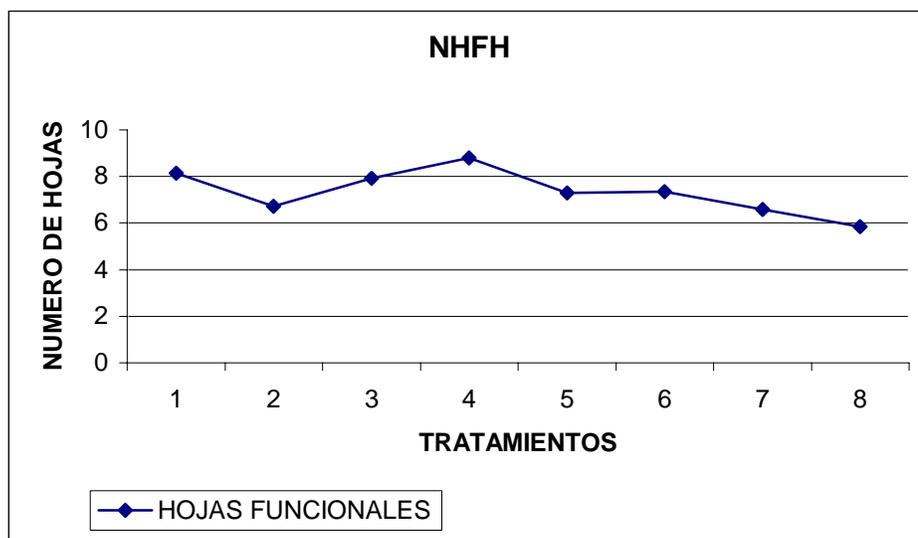
Figura 8. Número de hojas funcionales al parir (HFP) tomado al momento de la floración para cada uno de los tratamientos



Al analizar la figura 9 vemos que los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas (ver anexo G) y que para esta variable el mejor promedio lo tuvo el tratamiento número cuatro (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) con 8.78 mientras que el tratamiento ocho (testigo comercial) fue el de menor promedio con 5.857.

La prueba de Tukey nos muestra las diferencias que tuvieron los tratamientos en los cuales vemos que los números 1 y 4 se comportaron de forma similar y diferente al 3, 5 y 6 que también se comportaron de igual forma entre ellos y diferentes del 2, 7 y 8 que fueron los que mostraron un menor promedio por lo que fueron estos los de menor desempeño con respecto a esta variable (ver anexo H).

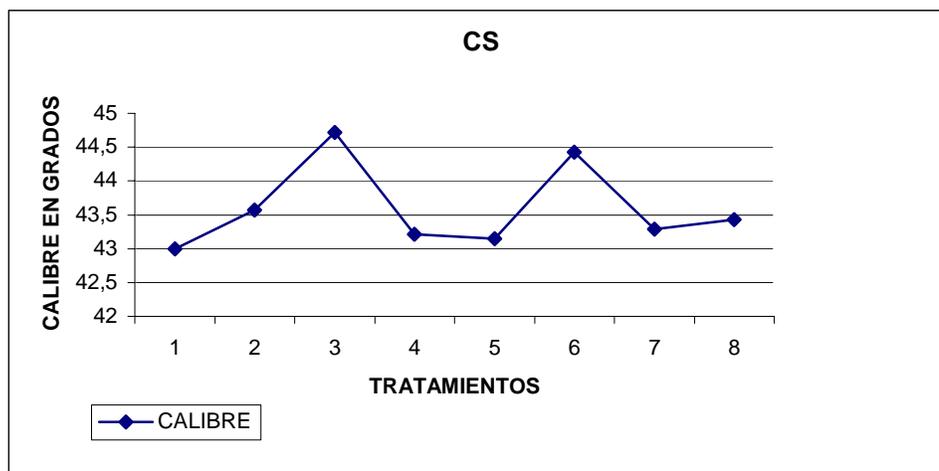
Figura 9. Número de hojas funcionales del hijo (NHFH) tomada al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos



En la gráfica de la figura 10 podemos observar diferencias entre los tratamientos, la gráfica nos muestra que los mejores tratamientos fueron el 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma spp* + Neofat. CE) y el 6 (*B. cepacia* + *Trichoderma* + BP-150) con 44.71 y 44.43 respectivamente y que los menores promedios los tuvieron los tratamientos 1 y 5 con 43.0 y 43.2, sin embargo el análisis de varianza nos dice que las diferencias no fueron significativas (ver anexo I).

La prueba de Tukey nos muestra que las diferencias entre los tratamientos fueron muy pequeñas y que por lo tanto todos se comportaron igual (ver anexo J).

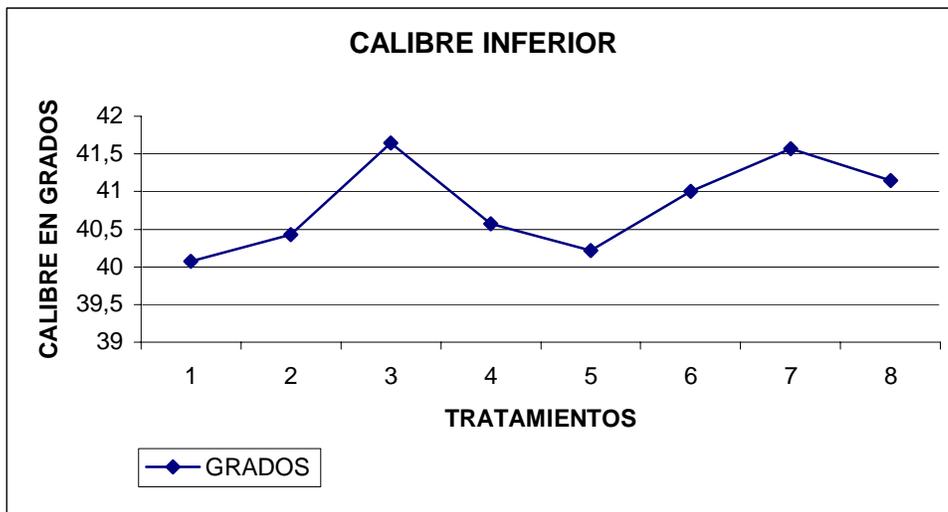
Figura 10. Calibre superior (CS) en grados tomado del dedo central de la primera mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos



La gráfica de la figura 11 nos muestra una pequeña diferencia entre los tratamientos la cual al realizar el análisis estadístico nos dice que no es significativa (ver anexo K).

La prueba de Tukey nos muestra que el tratamiento 3 con 41.64 y el tratamiento 7 con 41.57 fueron los de mejor promedio, mientras que el tratamiento 1 con 40.08 y el 5 con 40.22 fueron los de menor promedio (ver anexo L)

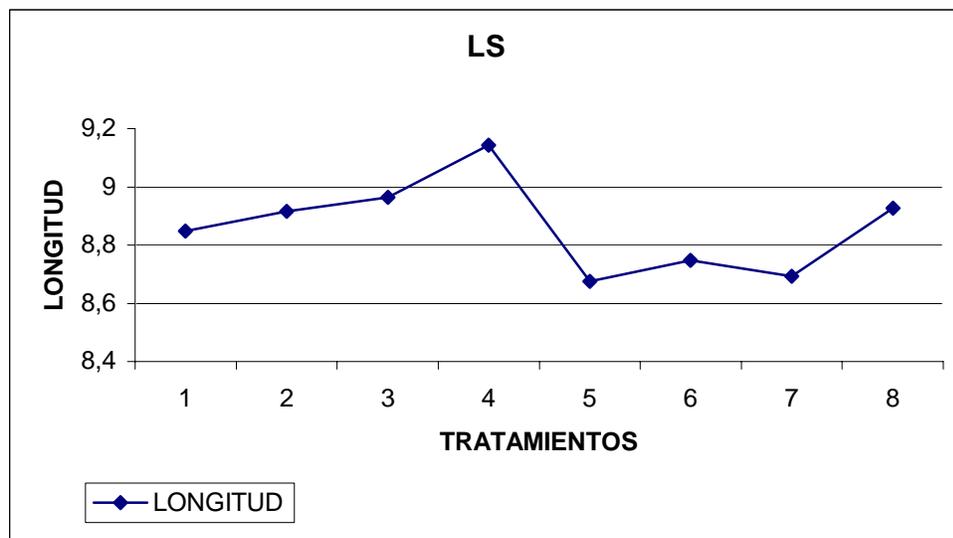
Figura 11. Calibre inferior (CI) en grados tomado del dedo central de la última mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos



Al analizar la figura 12 vemos que hubo una diferencia significativa entre los tratamientos, la figura nos muestra que el mejor tratamiento fue el numero 4 (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) con un promedio de 9.14 y que el de menor promedio fue el tratamiento numero 5 (Caldo Bórdeles + Neofat CE) con un promedio de 8.67 (ver anexo M).

La prueba de Tukey nos muestra que el tratamiento 4 fue diferente del resto de los tratamientos. El tratamiento 4 fue seguido por los tratamientos 3 y 8 con un promedio de 8.96 y 8.93 respectivamente, los promedios mas bajos correspondieron a los tratamientos 5 y 7 con promedios de 8.68 y 8.68 respectivamente (ver anexo N).

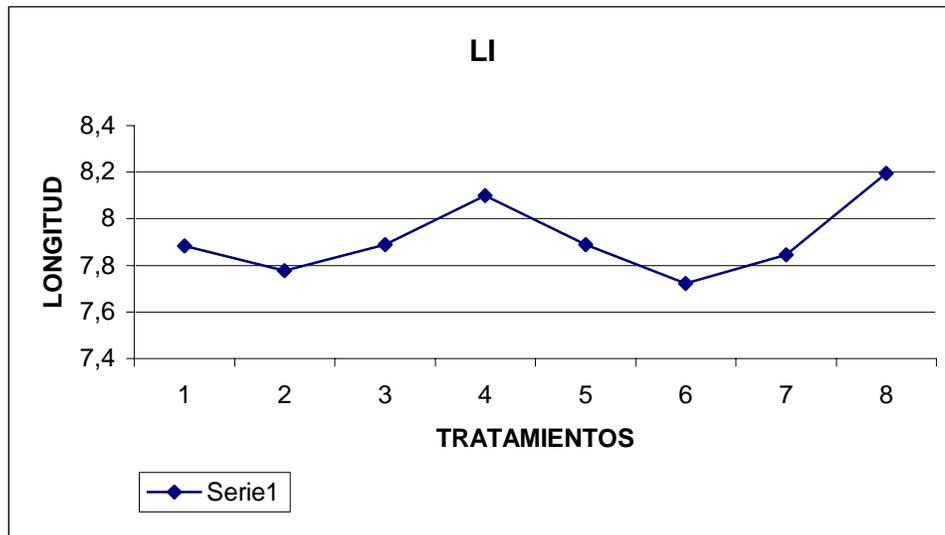
Figura 12. Longitud superior (LS) en pulgadas tomada del dedo central de la primera mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos



Al analizar la figura 13 observamos que se produjeron pequeñas diferencias entre los tratamientos pero que no fueron significativas como para decir que un tratamiento fue diferente de otro (ver anexo Ñ), esto nos hace pensar que para esta variable el complejo de microorganismos antagónicos utilizados para prevenir el ataque de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) tuvo los mismos efectos que los productos químicos utilizados comúnmente para el control de la enfermedad.

La prueba de Tukey nos muestra que los tratamientos no tuvieron diferencia significativa entre ellos, sin embargo los tratamientos cuatro (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) y ocho (testigo comercial) con un promedio de 8.10 y 8.19 respectivamente fueron los mejores, mientras que los tratamientos 2 (*Trichoderma sp* + Neofat CE) y 6 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma* + BP-150) con un promedio de 7.77 y 7.89 respectivamente fueron los de mas bajo promedio (ver anexo O).

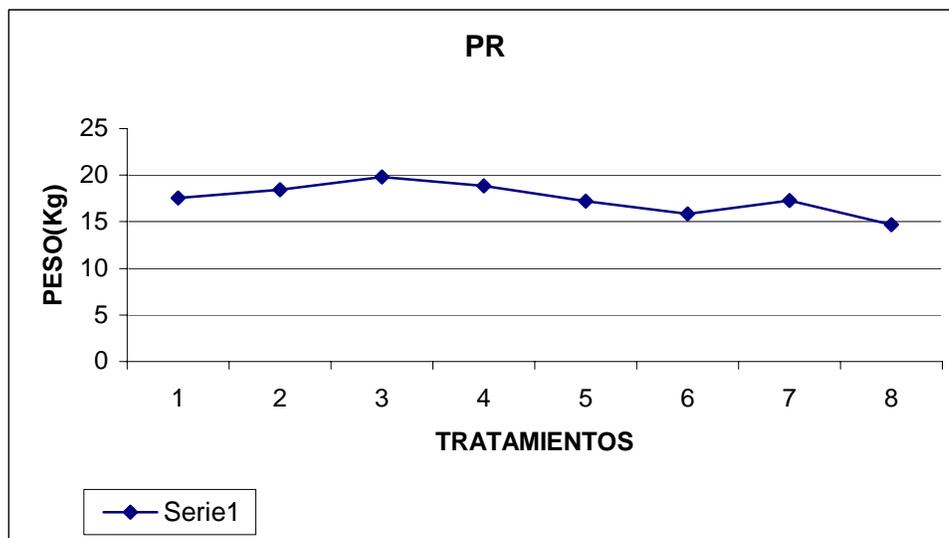
Figura 13. Longitud inferior (LI) en pulgadas tomada del dedo central de la última mano de cada racimo con relación a cada uno de los tratamientos



En la gráfica de la figura 14 podemos observar las diferencias altamente significativas que tuvieron los tratamientos (ver anexo P) en ella vemos que el mejor tratamiento fue el numero 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma sp* + Neofat. CE) con un promedio de 19.78 y el tratamiento con menor promedio fue el numero 8 (testigo comercial) con 14.68.

La prueba de Tukey nos muestra que entre los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 7 las diferencias fueron pequeñas, pero que con relación a los tratamientos 6 y 8 si tuvieron diferencias significativas siendo estos últimos los de menor promedio (ver anexo Q).

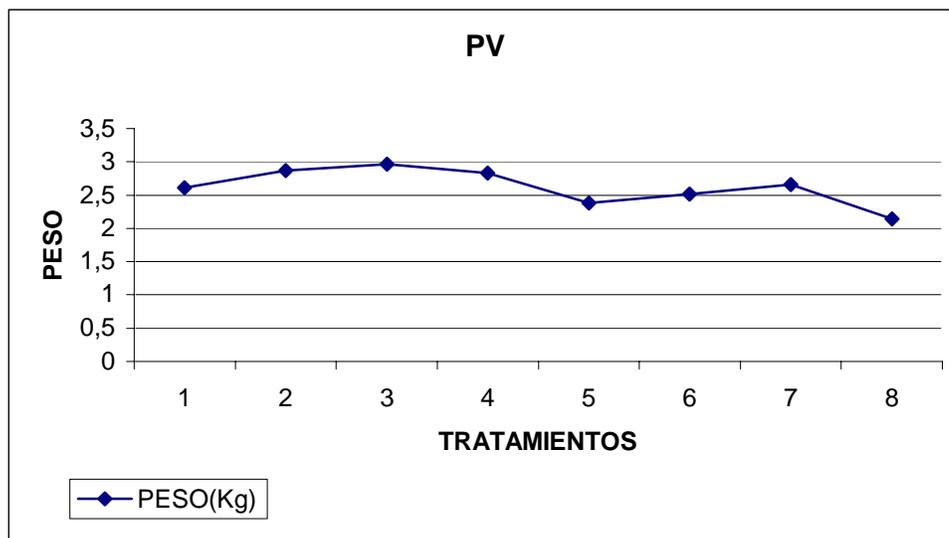
Figura 14. Peso del racimo (PR) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos



En la gráfica de la figura 15 notamos diferencias entre los tratamientos las cuales al realizarles el análisis de varianza nos muestra que estas son altamente significativas (ver anexo R), vemos que el tratamiento con un mayor promedio fue el numero 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma* sp + Neofat. CE) con 2.96 y el de menor promedio el numero ocho (testigo comercial) con 2.14

La prueba de Tukey nos muestra las diferencias entre los tratamientos y que los mejores fueron el 3, 2 y el 4 mientras que los menores promedios los tuvieron los tratamientos 8 y 5 (ver anexo S).

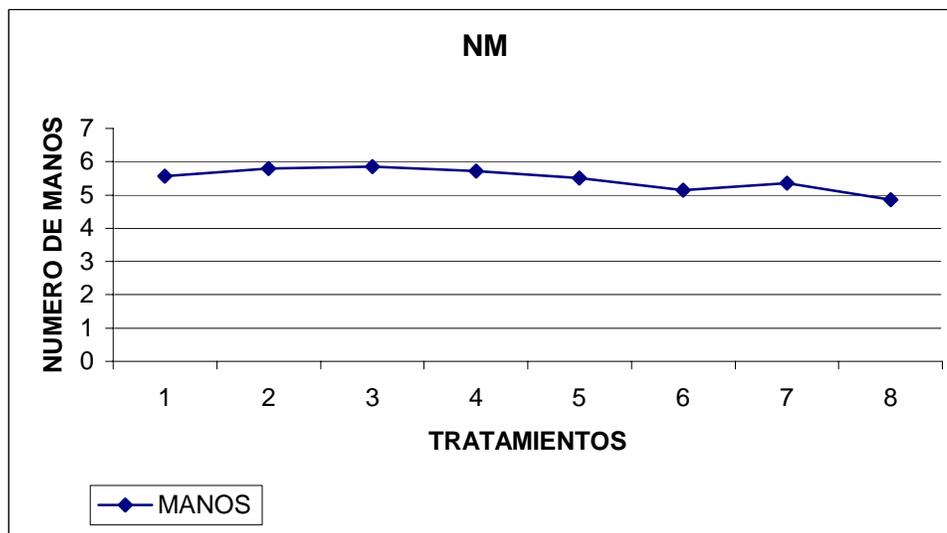
Figura 15. Peso del vástago (PV) tomado al momento de la cosecha de los racimos en cada uno de los tratamientos



Al analizar la gráfica de la figura 16 observamos que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar pero que hay diferencias significativas entre ellos como nos muestra el análisis de varianza realizado para esta variable (ver anexo T). El mejor promedio fue el del tratamiento 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma sp* + Neofat. CE) con 5.85 y el menor promedio fue el tratamiento 8 (testigo comercial) con 4.85.

La prueba de Tukey nos muestra que las diferencias estuvieron entre los tratamientos 8 con el resto de los tratamientos (ver anexo U).

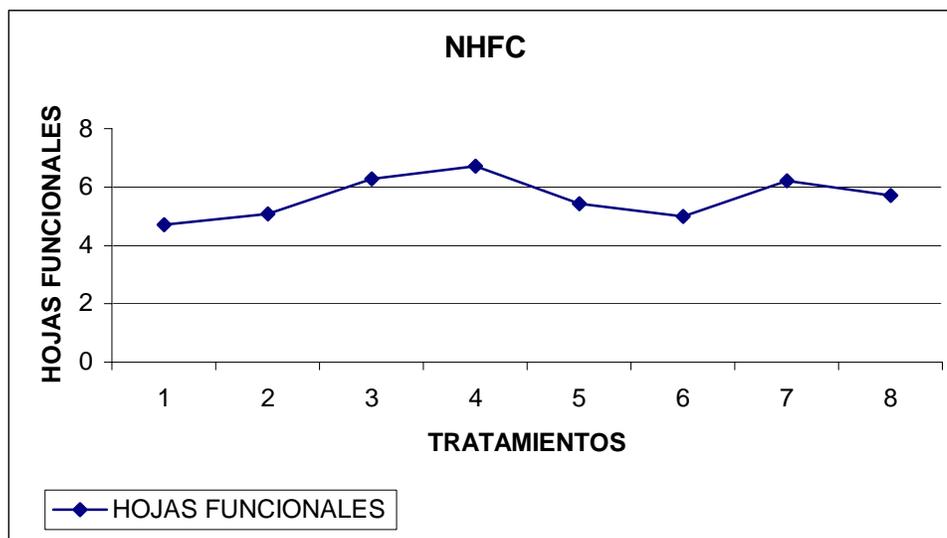
Figura 16. Número de manos (NM) de cada uno de los racimos tomado al momento de la cosecha para cada tratamiento



Al analizar la gráfica de la figura 17 vemos que existen diferencias significativas entre los tratamientos (ver anexo V). El mejor promedio fue el del tratamiento 4 (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) con 6.71 y el tratamiento 1 (*Burkholderia cepacia* + Neofat CE) fue el de menor promedio con 4.71.

La prueba de Tukey nos muestra que los mejores tratamientos fueron el 4 con 6.71 hojas funcionales en promedio y el 3 con 6.28 hojas funcionales, mientras que los promedios mas bajos fueron los tratamientos 1, 6, 2 (ver anexo W).

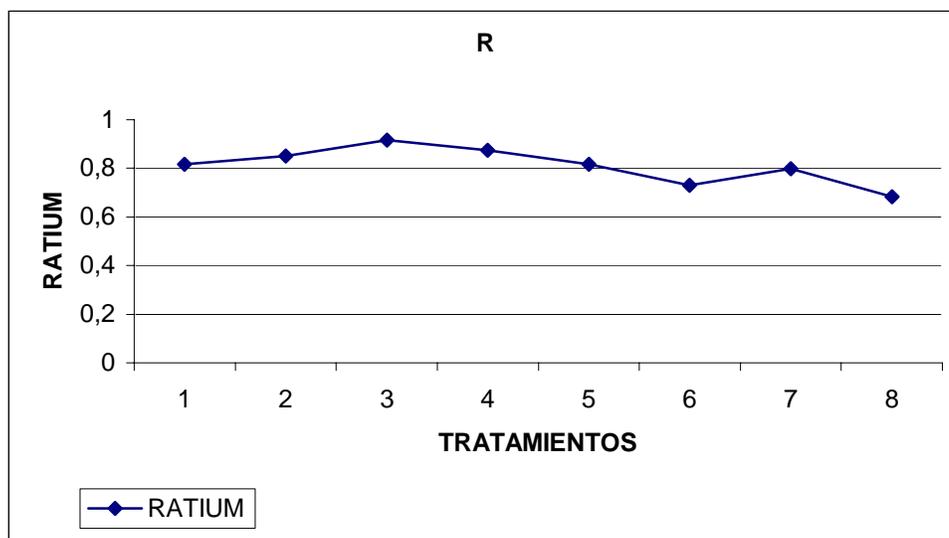
Figura 17. Número de hojas funcionales de cada planta al momento de la cosecha (NHFC) para cada uno de los tratamientos



Al analizar la gráfica de la figura 18 vemos una notoria diferencia que es altamente significativa entre los tratamientos y que nos muestra que el mejor tratamiento con respecto a esta variable es el 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma sp* + Neofat. CE) con un promedio de 0.91 y el tratamiento con menor promedio el 8 (testigo comercial) con 0.68 (ver anexo X).

La prueba de Tukey nos muestra las diferencias entre cada uno de los tratamientos, podemos observar que el mejor promedio fue el del tratamiento 3 seguido por el 4 y el 2 respectivamente, vemos que el 8 tubo un promedio muy bajo con relación a los otros tratamientos lo que nos dice que los microorganismos utilizados tuvieron un buen comportamiento en la planta y que fueron efectivos (ver anexo Y).

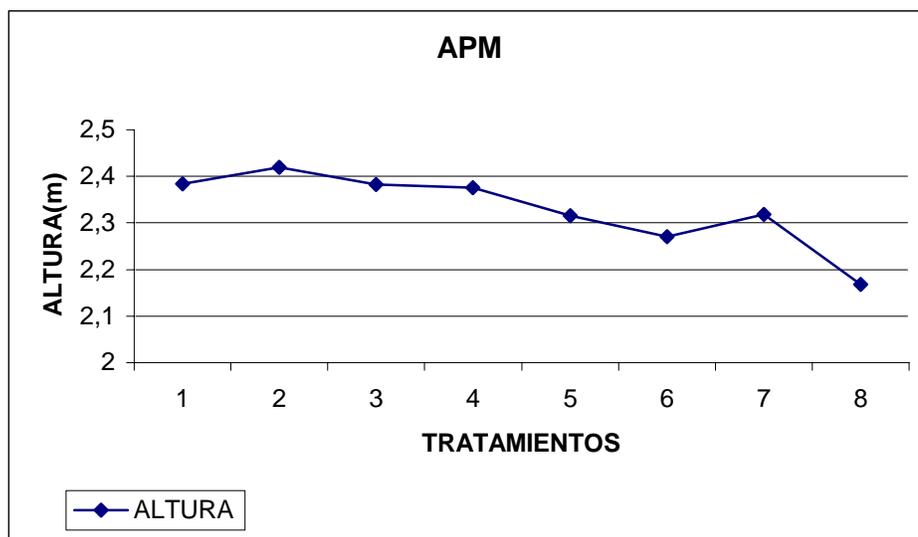
Figura 18. Radium (R) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos



La figura 19 nos muestra las diferencias que tuvieron los tratamientos, sin embargo estas diferencias no fueron significativas como nos muestra el análisis de varianza realizado para esta variable (ver anexo Z). El tratamiento de mejor promedio fue el número 2 (*Trichoderma* sp +Neofat CE) con 2.42 y el de menor promedio número ocho (testigo comercial) con 2.16.

La prueba de Tukey muestra las diferencias entre cada uno de los tratamientos sin que estas sean significativas (ver anexo A.A).

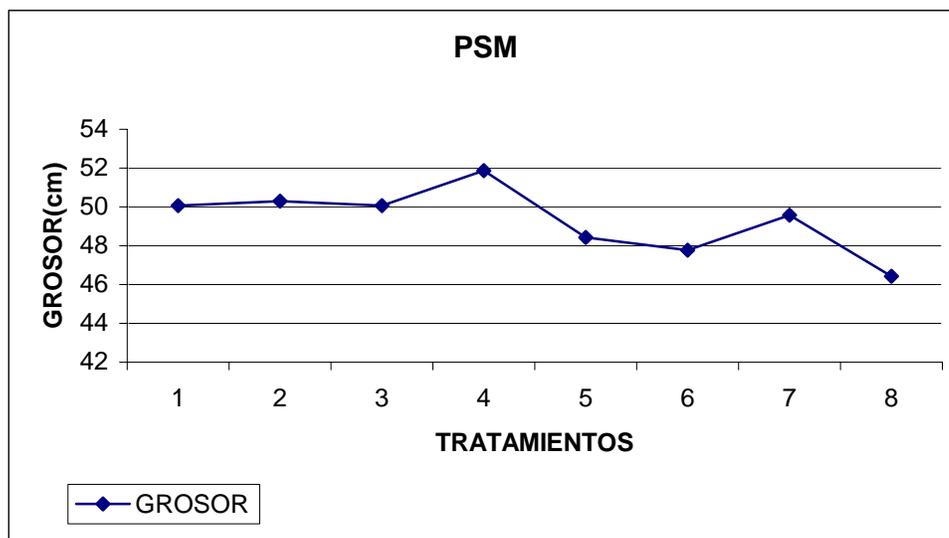
Figura 19. Altura de la planta madre (APM) tomada al momento de la floración para cada uno de los tratamientos



La figura 20 nos muestra las diferencias entre tratamientos, estas diferencias fueron significativas como nos muestra el análisis de varianza realizado para esta variable (ver anexo A.B). El tratamiento de mejor promedio fue el número 4 (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) con 51.85 y el de menor promedio fue el número 8 (testigo comercial) con 46.42.

La prueba de Tukey muestra las diferencias entre cada uno de los tratamiento mostrando que el tratamiento numero 8 obtuvo un promedio muy bajo de 46.42, seguido por el tratamiento 6 y 5 mientras que el numero 4 tuvo un promedio alto con respecto de los antes mencionados. (Ver anexo A.C)

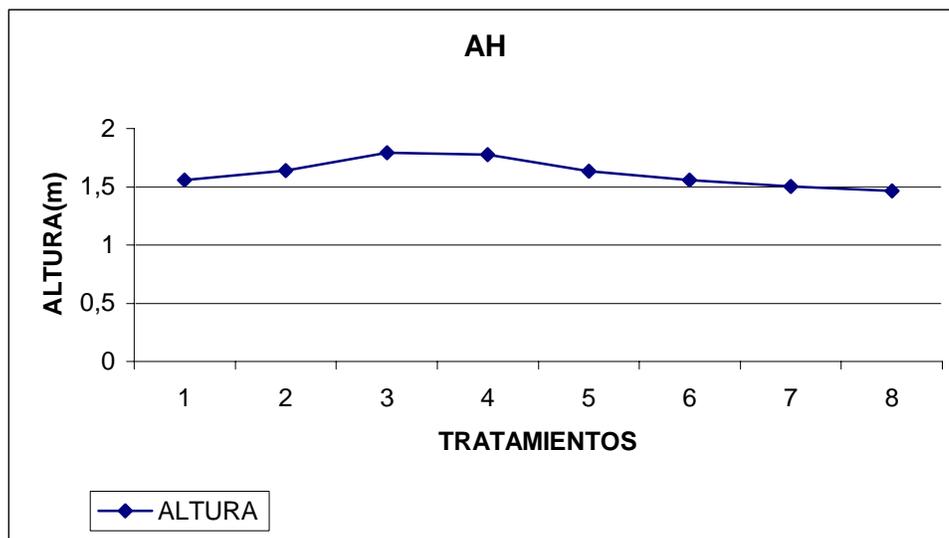
Figura 20. Perímetro seudotallo de la planta madre (PSM) tomado al momento de la floración para cada uno de los tratamientos



Al analizar la gráfica de la figura 21 se observan diferencias significativas que hubo entre los tratamientos, mostrando un mejor promedio el tratamiento número 3 (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma sp* + Neofat. CE) con 1.79 y el promedio mas bajo lo presento el tratamiento número 8 (testigo comercial) con 1.46. (Ver anexo A.D)

La prueba de Tukey nos muestra las diferencias entre cada uno de los tratamientos, analizando que los primeros siete tratamientos tuvieron un comportamiento similar, mientras que el número 8 obtuvo un comportamiento muy diferente con respecto de los de mas, (ver anexo A.E).

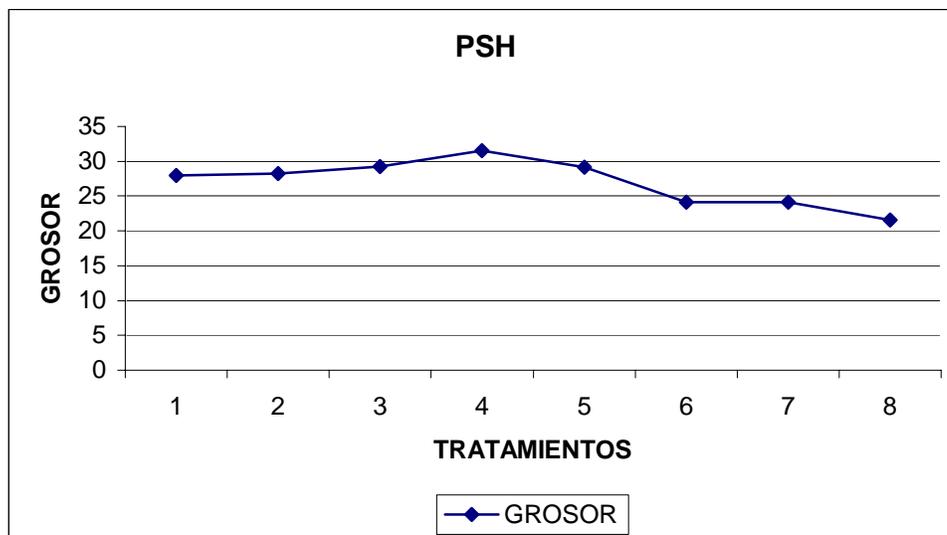
Figura 21. Altura del hijo (AH) tomada al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos



Al analizar la gráfica de la figura 22 nos damos cuenta de las diferencias entre los tratamientos, a demás se observa que el mayor grosor lo presento el tratamiento 4 (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) y el menor se obtuvo en el tratamiento 8 (testigo comercial) (ver anexo A.F).

La prueba de Tukey nos muestra que el tratamiento 8 tuvo un promedio de 21.57 siendo este el mas bajo con respecto al resto de los tratamientos, mientras que el número 4 con un promedio de 31.50 siendo este el mas alto, seguido por los tratamientos 3, 5 y 2 con 29.28, 29.14 y 28.31 respectiva mente. (Ver anexo A.G).

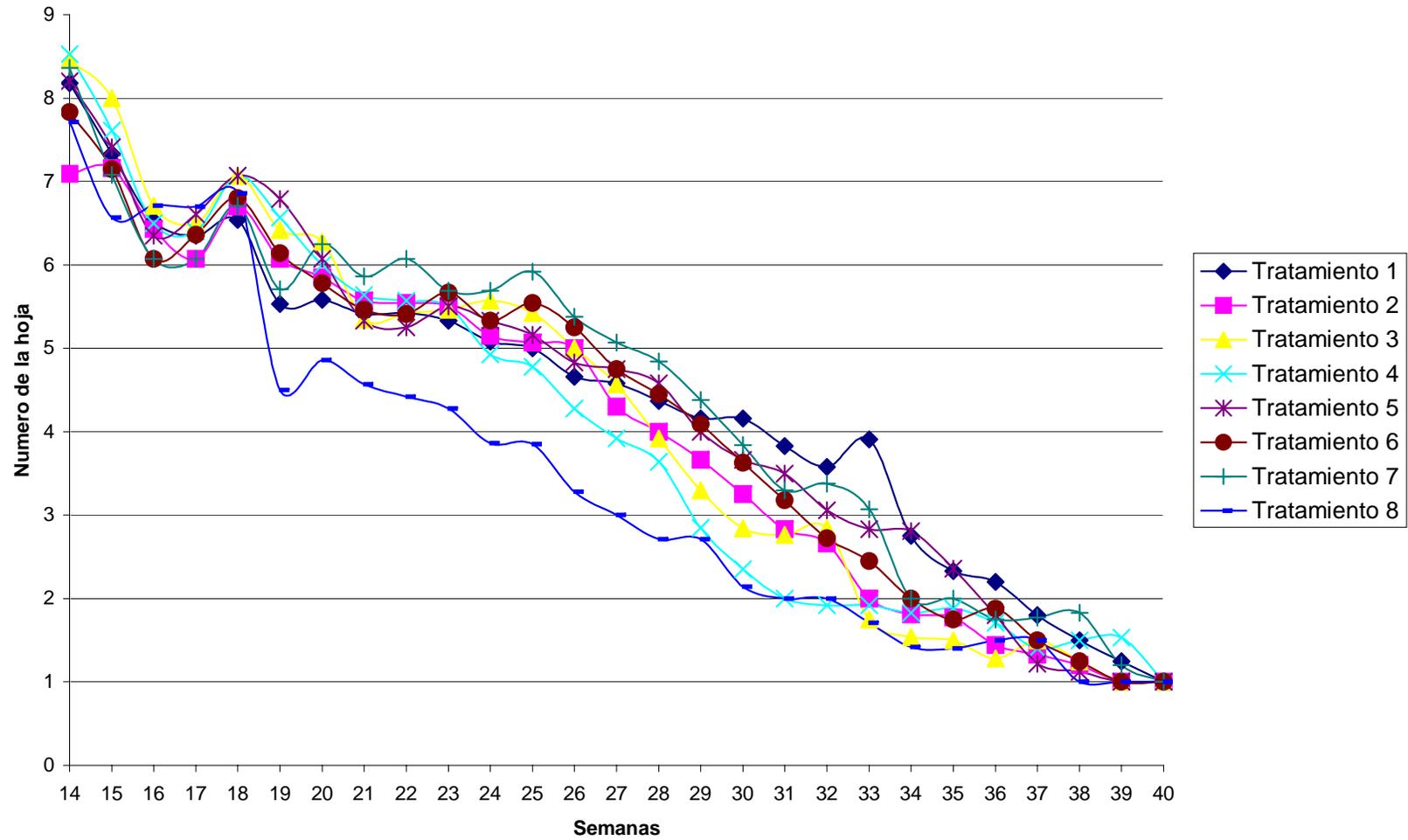
Figura 22. Perímetro del seudotallo del hijo (PSH) tomado al momento de la cosecha para cada uno de los tratamientos



La figura 23 nos muestra el progreso de la enfermedad en cada uno de los tratamientos a partir de la semana catorce en donde se empezó a evaluar la hoja mas joven infectada, podemos observar que el tratamiento ocho (testigo comercial) fue invadido mas rápido por el patógeno que el resto de los tratamientos, demostrando que los tratamientos con microorganismos fueron mas eficaces que los productos químicos utilizados en el testigo. En la gráfica observamos que la enfermedad en cada uno de los tratamientos tuvo diferente comportamiento en cuanto al avance de la infección hasta la etapa de floración, de hay en adelante el progreso del patógeno es mas rápido, por que la planta no emite mas hojas y se vuelve mas vulnerable al ataque del patógeno

Algunos tratamientos como el tres (*Burkholderia cepacia* + *Trichoderma sp* + Neofat. CE) y el cuatro (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE) que mostraron los mejores rendimientos fueron los primeros en florecer por lo cual la enfermedad avanzo más rápido en ellos.

Figura 23. Desarrollo de la infección en cada tratamiento para cada una de las semanas en que se evaluó el cultivo



Al hacer un análisis económico sobre los costos de los productos utilizados en esta investigación para el control de la Sigatoka Negra observamos que los productos orgánicos son menos costosos y muy efectivos lo que nos representa un ahorro importante para el sector bananero ya que muchos productores no cuentan con los recursos económicos suficientes que les permitan adquirir los productos que se utilizan comúnmente.

Los resultados obtenidos durante esta investigación nos revelan la importancia de la utilización de productos biológicos a base de microorganismos antagónicos u orgánicos en la prevención y control de enfermedades como la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) que ataca el cultivo de banano; estos resultados son similares con los obtenidos en estudios realizados en la Zona bananera de Urabá Departamento de Antioquia, a pesar de las diferencias climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, etc.) que se dan entre estas dos regiones. Con estos resultados se comprueba el efecto antagónico que tienen los microorganismos (*Trichoderma*, *Paecilomyces lilacinus*, *Burkholderia cepacia*) utilizados en la prevención y control de la Sigatoka Negra del banano, mas aun la acción sinérgica que estos microorganismos presentan cuando se mezclan hongo y bacteria.

Al igual que en trabajos realizados con hongos y bacterias en el control de microorganismos patógenos en otros cultivos (flores, guanábana, café, etc.) los resultados han sido satisfactorios, ratificando la acción antagónica que ejercen

sobre el hongo que causa la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano.

En la tabla 4 podemos ver los costos por hectárea, las dosis por hectárea y los costos por unidad de cada uno de los productos utilizados en esta investigación, en ella vemos que los productos orgánicos son mas económicos, al realizar la relación costos/beneficios vemos que si se utilizan los productos orgánicos tendremos menores costos y mayores beneficios lo que nos traduce que tendremos una mayor rentabilidad del producto.

Tabla 4. Precios comerciales y dosis de cada uno de los productos utilizados para el control de la Sigatoka Negra.

RELACION DE COSTOS ENTRE PRODUCTOS QUIMICOS Y ORGANICOS			
Productos químicos			
Producto	Costos pro Ha	Dosis por Ha	Costos por unidad
SICO	\$ 27,600	0,4 lit	\$ 69,000 lit
CALIXIN	\$ 28,750	0,5 lit	\$ 57,500 lit
SIGANEZ	\$ 24,150	0,5 lit	\$ 48,300 lit
BAYCOR	\$ 43,700	0,5 lit	\$ 87,400 lit
MANZATE	\$ 73,600	1,6 lit	\$ 46,000 lit
Productos orgánicos			
Producto	Costos pro Ha	Dosis por Ha	Costos por unidad
BOTRYCID	\$ 11,100	0,3 lit	\$ 37,000 lit
BP- 150	\$ 7,500	1 lit	\$ 7.500 lit
NEOFAC	\$ 3,650	0,2 lit	\$18.300 lit
ANTRASIN	\$ 39,900	1,5 kg	\$ 13.300 libra
FITOTRIPEN	\$ 14,150	0,25 kg	\$ 28,30 libra
S- CUPER	\$ 32,725	0,5 lit	\$ 65,450 lit
SAFELOMYCES	\$ 14,150	0,25 kg	\$ 28,300 libra

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación los mejores tratamientos fueron el 3 (Burkholderia Cepacia + Trichoderma sp + Neofat. CE) y 4(Burkholderia cepacia + Paecilomyces lilacinus + Neofat CE), de acuerdo con los promedios obtenidos en la mayoría de las variables evaluadas, debido a que la bacteria (Burkholderia cepacia) y los hongos (Trichoderma sp) y (Paecilomyces lilacinus) utilizados en mezclas actúan mediante una acción sinérgica que impide que el hongo (Mycosphaerella fijiensis Morelet) penetre la hoja de la planta.
- Los resultados obtenidos sobre el número de hojas funcionales al momento de la floración de las plantas, en el tratamiento 4 fue mayor lo cual demuestra que la combinación Burkholderia cepacia + Paecilomyces lilacinus + Neofat CE fue mas eficaz en la protección de las hojas de la planta en comparación con el tratamiento 8 (testigo comercial).
- Existieron diferencias entre el testigo comercial y el resto de los tratamientos, lo que nos demuestra que los microorganismos fueron más

eficientes, tuvieron un mejor comportamiento y desarrollo en la planta no permitiendo que el hogo causante de la enfermedad Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) se desarrollara dentro de la hoja.

- El resultado obtenido en la variable de la hoja más joven manchada se muestra que el mejor promedio arrojado fue el tratamiento 1 (*Burkholderia cepacia* + Neofat CE) aun que todos se mostraron muy parejos. Esto nos indica que aunque todos los tratamientos se comportaron de forma similar, si hubo control por parte de los microorganismos.
- Con respecto de la variable de longitud de los dedos de la mano superior, arrojó como resultado un mejor promedio en el tratamiento 4 (*Burkholderia cepacia* + *Paecilomyces lilacinus* + Neofat CE); sin embargo, en la medida de la longitud de los dedos de la mano inferior los tratamientos no mostraron diferencia alguna, por lo tanto podemos decir que los microorganismos o productos biológicos no influyen negativamente en la longitud de los dedos.
- Los microorganismos antagónicos tienen gran importancia en el crecimiento y desarrollo de las plantas permitiendo que estas adquieran los nutrientes necesarios para su normal funcionamiento de sus órganos y tejidos.

- Respecto a las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas evaluadas vemos que los microorganismos antagónicos actúan de modo que invaden los tejidos de las plantas impidiendo que el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet penetre fácilmente en ellas, de esta forma las plantas tienen un mejor desarrollo ya que dura mayor tiempo protegidas.
  
- Los resultados obtenidos en esta investigación nos demuestran que los microorganismos antagónicos tienen un buen comportamiento y son eficaces para el control de la Sigatoka Negra en la región de la zona bananera de Ciénaga Departamento del Magdalena, pero que por ser organismos vivos no se comportan de igual forma en todas las regiones en donde se utilicen, estos pueden ser afectados por el medio ambiente, por esta razón se recomienda realizar una prueba antes de utilizarlos en los cultivos localizados en regiones diferentes.
  
- Los microorganismos antagónicos utilizados fueron más efectivos que los productos químicos a la hora de proteger las plantas, retrasando el progreso de la enfermedad y permitiendo unos mayores rendimientos en cuanto a la producción.
  
- La combinación del hongo *Trichoderma* con la bacteria *Borkholderia cepacia* y del hongo *Paecilomyces lilacinus* con *Borkholderia cepacia* dieron

mejores resultados que aplicar un solo producto, ya que estos tienen un sinergismo que hacen mas fuerte su acción anti fúngica impidiendo el ataque severo a la planta de banano, esto se traduce en que estas plantas se desarrollen de mejor forma que las tratadas con otros productos.

- Los microorganismos son más efectivos que los productos químicos ya que estos por su condición de antagónicos no permiten la entrada del patógeno, mientras que el continuo uso de químicos ha hecho que el patógeno adquiera resistencia a estos productos y cada vez sea necesario incrementar el número de aplicaciones por año e incrementar las dosis por hectárea.
- Los microorganismos contribuyen al buen funcionamiento del ecosistema ya que estos no contaminan, mientras que el uso continuo de productos químicos está deteriorando el medio ambiente convirtiéndose en un problema de grandes proporciones para esta zona.
- La utilización de los microorganismos antagónicos es una buena alternativa para el control de la Sigatoka Negra ya que estos demostraron ser eficaces y los costos de producción del cultivo se disminuirían gracias a que son más baratos que los químicos generando unos mayores rendimientos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Boletín técnico N° 4, CENIBANANO. Augura, Dic 2003. Pg12
- 2 MEJIA, Alberto, Gonzalo. Diagnostico de la Investigación Sostenible del Sector Bananero Colombiano. Asociación de Bananeros de Colombia. 1Ed 1996.
- 3 PÉREZ Vicente, L. 1996. Manual para el manejo integrado de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y Sigatoka Amarilla (*Mycosphaerella musícola*) en bananos y plátanos.
- 4 BELALCAZAR C, Silvio. El cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*) en el trópico. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual de asistencia técnica N° 50. Cali: Feriva. 1991. 376 p.
- 5 GUISELLA Orjeda. Evaluaron de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por *Fusarium*. Guías técnicas INIBAP 3. 1998.

- 6 CALVO, C y ROMERO R. 1998. Evaluación del gradiente de dispersión de la enfermedad de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) del banano (*Musa AAA*). CORBANA 23.
- 7 MOLINA, Y FABREGAR, E. Estado del manejo de la Sigatoka Negra en Asia Tropical. En: Segundo simposio taller internacional. San José de Costa Rica. Mayo, 2002.
- 8 MERCHAN, Víctor M. Prevención y manejo de la Sigatoka Negra. En: Boletín divulgativo. ICA. Convenio Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Ed. N°2 Manizales. Diciembre, 2000. 30p.
- 9 MEJIA, G. A. Producción bananera componente de rendimiento y causa de su reducción. Boletín AUGURA N°4, Agosto. 1994.
- 10 CASTELLANOS, P. Alternativas de manejo del cultivo del plátano y banano en zonas afectadas por Sigatoka Negra. En: Resúmenes para comunidades de economía campesina en el departamento de Risaralda. 1998. 53p.
- 11 FRIEDHELM, Gaulh. Epidemiología y ecología de la Sigatoka Negra en plátano en Costa Rica. Unión de países exportadores de banano UPEB. Panamá. 1990. 126p.

- 12 ROMERO, Ronald. El control de la Sigatoka Negra en producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Memorias del taller internacional realizado en la EARTH, Guacimo, Costa Rica. Julio 27-29, 1998. 176p.
- 13 BURAU, Eric; MARIN, Douglas y GUZMAN, José. El sistema de preaviso para el combate de la sigatoka Negra en banano y plátano en Costa Rica. Unión de Países Exportadores de Banano, UPEB. Panamá: Barcenás. 1992. 41p.
- 14 [www.controlbiologico.com](http://www.controlbiologico.com)
- 15 [www.agrobiologicossafer.com](http://www.agrobiologicossafer.com)
- 16 [www.bigio.org.com](http://www.bigio.org.com)
- 17 [www.cgiar.org/ipgri/inibap/](http://www.cgiar.org/ipgri/inibap/)
- 18 [www.bioworksbiocontrol.com/](http://www.bioworksbiocontrol.com/)
- 19 [www.igac.gov.co](http://www.igac.gov.co)

# **ANEXOS**

ANEXO A. Análisis de varianza de la hoja mas joven infectada (HMJI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	4,5	0,8	2,8 *	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	3,2	0,5	12,8 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO B. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la hoja mas joven infectada bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Hoja mas joven infectada
	HMJI
1	5,80 b
2	6,01 ab
3	6,38 a
4	6,44 a
5	6,30 ad
6	6,00 ab
7	6,22 a
8	5,71 bc
<b>C.V</b>	8,21
<b>R<sup>2</sup></b>	0,709

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO C. Análisis de varianza de la hoja mas joven manchada (HMJM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	5,3	0,9	0,4	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	7,3	1,0	0,2	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO D. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la hoja mas joven manchada (HMJM) bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Hoja mas joven manchada HMJM
1	13,9 a
2	13,64 a
3	13,69 a
4	13,87 a
5	13,20 a
6	13,42 a
7	12,92 a
8	12,97 a
<b>C.V</b>	9,24
<b>R<sup>2</sup></b>	0,665

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO E Análisis de varianza del número de hojas funcionales al parir (HFP) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	3,544	0,590	3,910 *	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	12,428	1,777	34,810 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO F. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del número de hojas funcionales al parir bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Hojas funcionales al parir HFP
1	14,6 a
2	14,64 a
3	15,28 a
4	15,37 a
5	14,21 a
6	14,42 a
7	14,75 a
8	13,85 b
<b>C.V</b>	7,91
<b>R<sup>2</sup></b>	0,849

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO G. Análisis de varianza del número de hojas funcionales del hijo (NHFH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	19,169	3,194	5,350 *	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	43,852	6,624	38,790 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO H. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del número de hojas funcionales del hijo bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Hojas funcionales del hijo
	NHFH
1	8,14 a
2	6,71 c
3	7,92 b
4	8,78 a
5	7,28 b
6	7,35 b
7	6,57 c
8	5,86 c
<b>C.V</b>	8,86
<b>R<sup>2</sup></b>	0,858

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO I. Análisis de varianza del calibre superior (CS) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	8,447	8,447	3,338	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,017	0,017	0,010	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO J. Prueba de Tukey para comparara el calibre superior bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Calibre superior CS
1	43,0 a
2	43,57 a
3	44,71 a
4	43,21 a
5	43,14 a
6	44,43 a
7	43,29 a
8	43,43 a
<b>C.V</b>	3,63
<b>R<sup>2</sup></b>	1,53

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO K. Análisis de varianza del calibre inferior(CI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	1,290	1,290	0,940	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	4,976	4,976	3,640	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO L. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del calibre inferior bajo la acción de los microorganismos antagonicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Calibre inferior CI
1	40,1 a
2	40,43 a
3	41,64 a
4	40,57 a
5	40,22 a
6	41,00 a
7	41,57 a
8	41,14 a
<b>C.V</b>	2,87
<b>R<sup>2</sup></b>	0,227

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

## ANEXO M

Análisis de varianza de longitud superior (LS) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,557	0,557	4,590 *	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,116	0,116	0,960	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

## ANEXO N.

Prueba de Tukey para comparar la longitud superior bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Longitud superior LS
1	8,847 b
2	8,92 b
3	8,96 b
4	9,14 a
5	8,68 b
6	8,75 b
7	8,69 b
8	8,93 b
<b>C.V</b>	3,93
<b>R<sup>2</sup></b>	0,0967

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO Ñ. Análisis de varianza de la longitud inferior (LI) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,189	0,189	2,010	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,136	0,136	1,450	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO O. Prueba de Tukey para comparar la longitud inferior bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Longitud inferior LI
1	7,9 a
2	7,77 a
3	7,88 a
4	8,10 a
5	7,88 a
6	7,72 a
7	7,84 a
8	8,19 a
<b>C.V</b>	3,88
<b>R<sup>2</sup></b>	0,063

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO P. Análisis de varianza para el peso del racimo (PR) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	11,340	11,340	2,010	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	64,910	64,916	11,480 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO Q. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del peso del racimo bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Peso del racimo PR
1	17,6 a
2	18,42 a
3	19,78 a
4	18,88 a
5	17,21 a
6	15,86 b
7	17,28 a
8	14,68 bc
<b>C.V</b>	13,61
<b>R<sup>2</sup></b>	0,206

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO R. Análisis de varianza para el peso del vastago (PV) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,330	0,330	1,410	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	1,586	1,586	6,790 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO S. Prueba de Tukey para comparar el peso del vastago bajo la acción de los microorganismos antagonicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Peso del vastago PV
1	2,6 a
2	2,87 a
3	2,96 a
4	2,82 a
5	2,37 a
6	2,51 a
7	2,65 a
8	2,14 b
<b>C.V</b>	18,44
<b>R<sup>2</sup></b>	0,137

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO T. Análisis de varianza del número de manos (NM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,754	0,754	2,910 *	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	3,760	3,760	14,490 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO U. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del número de manos bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Numero de manos NM
1	5,6 a
2	5,78 a
3	5,85 a
4	5,71 a
5	5,50 a
6	5,14 a
7	5,35 a
8	4,85 b
<b>C.V</b>	9,31
<b>R<sup>2</sup></b>	0,259

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO V. Análisis de varianza del número de hojas funcionales a la cosecha(NHFC) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	1,446	1,446	1,140	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	2,388	2,388	5,884 *	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO W. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del número de hojas funcionales a la cosecha bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Número de hojas funcionales a la cosecha	
	NHFC	
1	4,7 b	
2	5,07 b	
3	6,28 a	
4	6,71 a	
5	5,42 b	
6	5,00 b	
7	6,21 a	
8	5,71 ab	
<b>C.V</b>	19,96	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,06	

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO X. Análisis de varianza del ratio (R) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,024	0,024	1,980	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,135	0,135	10,950 **	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO Y. Prueba de Tukey para comparar el ratio bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Ratio R
1	0,81 a
2	0,85 a
3	0,91 a
4	0,87 a
5	0,81 b
6	0,73 b
7	0,79 ab
8	0,68 b
<b>C.V</b>	13,69
<b>R<sup>2</sup></b>	0,199

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO Z. Análisis de varianza de la altura de la planta madre (APM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagónicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,223	0,037	0,360	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,321	0,045	0,520	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO A.A. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la altura de la planta madre bajo la acción de los microorganismos antagónicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Altura planta madre
	APM
1	2,4 a
2	2,42 a
3	2,38 a
4	2,37 a
5	2,31 a
6	2,27 a
7	2,37 a
8	2,16 a
<b>C.V</b>	16,85
<b>R<sup>2</sup></b>	0,184

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO A.B. Análisis de varianza del perímetro del seudotallo de la madre (PSM) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonicos en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	46,750	7,791	0,870	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	140,495	20,070	4,587 *	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO A.C. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del perímetro del seudotallo de la madre bajo la acción de los microorganismos antagonicos, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Perímetro seudotallo madre	
	PSM	
1	50,1 a	
2	50,28 a	
3	50,07 a	
4	51,85 a	
5	48,42 b	
6	47,78 b	
7	49,57 b	
8	46,42 c	
<b>C.V</b>	6,96	
<b>R<sup>2</sup></b>	0,315	

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO A.D. Análisis de varianza de la altura del hijo (AH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	0,921	0,153	1,320	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	0,687	0,098	4,970 *	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO A.E. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento de la altura del hijo bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Altura de hijo AH26,57
1	1,6 a
2	1,64 a
3	1,79 a
4	1,77 a
5	1,63 a
6	1,55 a
7	1,50 a
8	1,46 b
<b>C.V</b>	29,33
<b>R<sup>2</sup></b>	0,342

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación

ANEXO A.F. Análisis de varianza del perímetro del seudotallo del hijo (PSH) bajo la acción preventiva de los microorganismos antagonistas en la zona bananera del Magdalena (2005-2006)

FV	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.	
					0,05	0,01
<b>Bloque</b>	6	399,830	66,639	0,810	2,3	3,1
<b>Tratamiento</b>	7	540,850	72,265	4,255 *	2,2	3,0
<b>Error</b>	52					
<b>TOTAL</b>	55					

\* Diferencia significativa

\*\* Diferencia altamente significativa

ANEXO A.G. Prueba de Tukey para comparar el comportamiento del perímetro del seudotallo del hijo bajo la acción de los microorganismos antagonistas, zona bananera del Magdalena (2.005-2.006)

Tratamiento	Perímetro seudotallo hijo PSH
1	26,6 c
2	28,31 b
3	29,28 b
4	31,50 a
5	29,14 b
6	24,14 c
7	24,14 c
8	21,57 d
<b>C.V</b>	15,79
<b>R<sup>2</sup></b>	0,176

\* Promedios en sentido vertical con la misma letra no se diferencian significativamente

CV Coeficiente de variación

R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación



