



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria de Chontales

“Cornelio Silva Argüello”

FAREM-CHONTALES

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Área de Investigación

Cambio climático, gestión ambiental y manejo de RRNN

Línea de Investigación

Sanidad Vegetal

Título completo de la investigación

Alternativas biológicas a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) para la reducción de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) en plátano (*Musa paradisiaca*) en la comarca el Llanito, Comalapa.

Carrera: Ingeniería Agronómica

Elaborado por:

Br. Elmer Antonio Corea

Tutor: MSc. Kettys Raquel Díaz Torres

Mayo 2020

¡A la libertad por la universidad!

Alternativas biológicas a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) para la reducción de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa paradisiaca*) en la comarca el Llanito, Comalapa.

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico este trabajo primeramente a Dios.

De igual forma dedico este trabajo a mi madre que en paz descanse porque supo formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi familia en general porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir con nuestros amigos los buenos y malos momentos.

A todas las personas que me apoyaron muy en especial a mi tutora, Msc.Kettys Díaz que con su apoyo incondicional logro que el trabajo se realice con éxito y a aquellos que me abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por brindarme la luz de superación y sabiduría.

A mi familia que me apoyaron incondicionalmente.

A mi tutor por tener la voluntad de enseñarme y tenerme paciencia.

Y por supuesto a mi querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria de Chontales
Recinto Universitario “Cornelio Silva Arguello”
FAREM-CHONTALES

“2020: Año de la Educación con Calidad y Pertinencia”

CARTA AVAL

En relación al trabajo monográfico, pongo a su conocimiento que he tutorado el proceso de elaboración del mismo con el tema de investigación que lleva como título “Alternativas biológicas a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtiles*) para la reducción de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa paradisiaca*) en la comarca el Llanito, Comalapa”. he dado asesoría para la elaboración del mismo, dándole sus respectivas revisiones, y sin lugar a duda se cumplió con las mejoras y correcciones pertinentes, calidad Técnica y Científica, por lo tanto, queda avalado para su defensa en vista que fue respectivamente examinado:

El presente informe final correspondiente a monografía, según Reglamento de Régimen Académico Estudiantil de Modalidades de Graduación, ha sido elaborado por los estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería agronómica;

-Br. Elmer Antonio Corea

Por lo antes expuesto no tengo reservas en remitir el presente estudio al comité académico evaluador que se le designe, reúne los requisitos para su aprobación como “**Informe Final**”, cumpliendo con la estructura establecida de la normativa conforme el **artículo 34**, avalado de acuerdo al **artículo 24, inciso f.**, del reglamento.

Dado en la ciudad de Juigalpa a los **24** días del mes de **mayo** del año 2020.

Se suscribe atte.

MSc. Kettys Raquel Díaz Torrez

TUTOR

RESUMEN

El presente estudio realizado en la Finca familia Torres ubicada en la comunidad el Llanito en el municipio de Comalapa departamento de Chontales. El estudio consistió en evaluar Alternativas biológicas a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) para la reducción de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa paradisiaca*). en donde se estableció 160 plantas las cuales 80 fueron tratadas con el hongo y la bacteria las otras 80 ubicadas como testigo donde las variables evaluadas fueron Porcentaje incidencia de Sigatoka negra. Porcentaje de severidad de Sigatoka negra las cuales fueron realizadas bajo condiciones de campo haciendo un análisis descriptivo de la presencia de la enfermedad e donde se tomaron como enfermas todas aquellas plantas que presentaron signos o características de dicha enfermedad el estudio se realizó en tres meses a partir de la presencia de características de la enfermedad; en los cuales se realizaron siete muestreos cada quince días cada uno en consideración con estudios realizados en otras facultades como lo fue en la realizada por José Esteban Culebro López en la Universidad de Coatepeque, Guatemala en el 2018 la incidencia natural de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) apareció durante las primeras once semanas. En cambio, en el presente estudio la incidencia natural de la enfermedad apareció las primeras características a los 8 meses después de la plantación, quizás si hubiese aparecido antes los datos fueran distintos ya que cuando la severidad de la enfermedad es notoria el daño es irreversible. Para realizar este estudio se utilizó el diseño completamente al azar (DCA). A pesar que la zona no se caracteriza como platanera los resultados de producción fueron excelentes e instamos a los productores a cultivar este rubro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
CARTA AVAL	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE GRÁFICOS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
CAPITULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
4.1 Objetivo General.....	5
4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPITULO II.....	6
V. MARCO REFENCIAL.....	6
5.1. Antecedentes.....	6
5.2. Variedad el plátano cuerno alto	6
5.3. Generalidades.....	7
5.4. Origen	7
5.5. Importancia económica.....	7
5.4. Producción de plátano.....	8

5.6. Morfología	8
5.7. Requerimiento Edafoclimáticas	11
5.8 Manejo agronómico	11
5.8.1 Propagación	12
5.8.2 Distancias y técnicas de siembra	12
5.8.3 Crecimiento y desarrollo	13
5.8.4 Fertilización	13
5.8.5 Manejo de la Fertilización	13
5.8.6 Criterios a emplearen el deshoje	15
5.8.7 Tipos de hijos	16
5.8.8 El Deshoje	17
5.8.9 Apuntalamiento	18
5.9 Manejo de las malezas	19
5.11 Manejo de insectos-plaga	21
5.13.4 Generalidades (Bacillus subtiles)	27
5.14 Cosecha	29
5.15 Manejo Post cosecha	30
5.16 Comercialización	31
5.16.1 Mercado Nacional	32
5.16.2 Mercado de Exportación	32
VI. HIPÓTESIS	33
CAPITULO III	34
VII. DISEÑO METODOLÓGICO	34
7.1. Área de estudio	34
7.2. Tipo de estudio	34

7.3. Universo y muestra	34
7.4. Diseño experimental	34
7.4.1. Modelo estadístico.....	35
7.4.2. Tratamientos a evaluar.....	35
7.5. Procedimiento para el montaje del experimento.....	35
Técnicas o instrumento de recolección de datos.....	37
Análisis estadístico	37
CAPITULO IV	38
VIII. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	38
CAPITULO V	52
IX. CONCLUSIONES.....	52
X. RECOMENDACIONES	53
XII. ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Descripción de daño de la hoja	37
Tabla 2: Porcentaje de incidencia del muestreo 1	38
Tabla 3: Porcentaje de incidencia del muestreo 2	39
Tabla 4: Porcentaje de incidencia del muestreo 3	39
Tabla 5: Porcentaje de incidencia del muestreo 4	39
Tabla 6: Porcentaje de incidencia del muestreo 5	40
Tabla 7: Porcentaje de incidencia del muestreo 6	40
Tabla 8: Porcentaje de incidencia del muestreo 7	41
Tabla 9: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del primer muestreo.....	43
Tabla 10: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del segundo muestreo	44
Tabla 11: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del tercer muestreo	45
Tabla 12: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del cuarto muestreo	46
Tabla 13: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del quinto muestreo	47
Tabla 14: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del sexto muestreo	48
Tabla 15: Análisis de varianza de porcentaje de severidad del séptimo muestreo.....	49
Tabla 16: Materia prima	50
Tabla 17: Costo - beneficio	50

ÍNDICE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Media general del porcentaje de incidencia de sigatoka negra	41
Gráfico 2: Porcentaje de severidad del primer muestreo.....	43
Gráfico 3: Porcentaje de severidad del segundo muestreo	44
Gráfico 4: Porcentaje de severidad del tercer muestreo	45
Gráfico 5: Porcentaje de severidad del cuarto muestreo	46
Gráfico 6: Porcentaje de severidad del quinto muestreo	47
Gráfico 7: Porcentaje de severidad del sexto muestreo.....	48
Gráfico 8: Porcentaje de severidad del séptimo muestreo.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Cronograma de actividades	60
Anexo 2: Plano de campo y dimensión del ensayo.....	60
Anexo 3: Plantación y levantamiento de datos	61
Anexo 4: Porcentaje de incidencia del muestreo 1	64
Anexo 5: Porcentaje de incidencia del muestreo 2	64
Anexo 6: Porcentaje de incidencia del muestreo 3	65
Anexo 7: Porcentaje de incidencia del muestreo 4	65
Anexo 8: Porcentaje de incidencia del muestreo 5	66
Anexo 9: Porcentaje de incidencia del muestreo 6	66
Anexo 10: Porcentaje de incidencia del muestreo 7	67
Anexo 11: Porcentaje de severidad muestreo 1	68
Anexo 12: Porcentaje de severidad muestreo 2	68
Anexo 13: Porcentaje de severidad muestreo 3	69
Anexo 14: Porcentaje de severidad muestreo 4	70
Anexo 15: Porcentaje de severidad del muestreo 5	71
Anexo 16: Porcentaje de muestreo de severidad del muestreo 6	72
Anexo 17: Porcentaje de severidad del muestreo 7	73

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

La Sigatoka negra es una de las enfermedades foliares más limitante y destructiva a nivel mundial y una de las enfermedades más destructivas de los plátanos, ocasiona varias pérdidas al disminuir la superficie foliar funcional de la planta, lo que resulta en una marcada reducción del área fotosintética de la planta, causando daños en la producción tales como plátano pequeños e irregularmente maduros que se desprenden de la planta y no llegan a la madurez (Agris, 2009).

La Sigatoka negra es causada por el hongo ascomiceto (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) (Anamorfo *Pseudocercospora fijiensis* Morelet) y es la de mayor importancia y riesgo económico en el país, (Marín et al., 2003).

Nicaragua al ser un país tropical posee todas las condiciones, para la proliferación de la enfermedad, las lluvias favorecen la liberación del inoculo, el viento es el que se encarga de la dispersión de las esporas y la humedad relativa provee las condiciones hídricas necesarias para la germinación de las esporas y el desarrollo de estas. El principal método de control es el químico, hasta con 40 aplicaciones al año, lo que representa del 40 al 60% del costo total de producción, desencadenando resistencia del hongo a los fungicidas y residualidad en el fruto (SAGDER, 1995).

Los efectos nocivos sobre el uso excesivo de plaguicidas repercuten sobre el medio ambiente debido a su residualidad, lo que provoca que se acumulen en cuerpos de agua, suelo, plantas y animales, además que se generan altos costos de producción y sin resultados satisfactorios debido a que los plaguicidas no permiten un control efectivo de muchas enfermedades producidas por Fito patógenos, por no ser selectivos (Michel, 2001).

El uso de nuevas alternativas de manejo de plagas es de vital importancia, en este sentido el método de control biológico es prometedor, se conoce que el hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*) presentan acción antagónica contra (*Mycosphaerella fijiensis*). El uso de estos agentes controladores ha sido estudiado en diversos países para el manejo de Sigatoka negra por ejemplo se ha evaluado diversas cepas de bacterias donde se incluye (*bacillus*) como

una bacteria de la (filosfera) de *Musa spp* con actividad anti fúngica frente a (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) (Cruz *et al.*, 2016).

(*Trichoderma*) se ha usado para control de enfermedades de suelo hortalizas, semillero de café, en plantaciones de caña de azúcar y arroz, pero no se tienen antecedentes del efecto que puedan ejercer en enfermedades foliares como la Sigatoka negra (Wagner *et al, sf*).

El uso de control biológico en Nicaragua, no se encuentra reportado en la actualidad, como un método de manejo de plagas de mucho uso por los productores, Se sabe por información verbal que en la zona de Comalapa algunos productores están haciendo uso de la bacteria (*Bacillus subtilis*), para el manejo de la enfermedad de Sigatoka negra en plátano, pero en la literatura no se encuentra ningún estudio científico que fundamente su validez.

Debido a esta falta de información acerca del uso de agentes controladores biológicos nos proponemos en este estudio realizar una investigación que permita obtener ciertos resultados satisfactorios en cuanto a la reducción de la enfermedad sigatoka negra haciendo uso de (*Trichoderma*) y (*Bacillus subtilis*) como agentes de biocontrol representa una alternativa viable a ser evaluada, dadas sus características de ser eficaz contra Fito patógenos foliares y del suelo en algunos cultivos (Wagner *et al, sf*).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sigatoka negra es una de las enfermedades que causan mayores afectaciones en el cultivo de plátano debido a que cuando su grado de incidencia es demasiado alto ocasionan daños irreversibles y disminuye el grado de producción.

Esto ocurre debido al bajo conocimiento de métodos de control o prevención de esta enfermedad, el implementar técnicas de control biológico como es el (*Bacillus Subtiles*) y (*Trichoderma*) puede ayudar a controlar la incidencia de una manera viable sin afectar mucho los suelos con la aplicación de tantos productos químicos y bajar los costos de producción los cuales pueden ser muy altos superando el umbral económico y hasta pérdidas totales si se propaga de gran manera dicha enfermedad (Agrios, 2009).

Es considerada la enfermedad foliar más destructiva y de mayor valor económico en los cultivos de banano y plátano y que puede causar pérdidas de hasta un 50% en el rendimiento.

Sin medidas de control la Sigatoka Negra puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad.

Su nombre viene del Valle de Sigatoka en las Islas Fiji donde fue identificada por primera vez en 1912. Durante los siguientes 40 años, la enfermedad se difundió a todos los países productores de plátano.

III. JUSTIFICACIÓN

Las estrategias de control biológico han adquirido importancia en los últimos años. El control biológico surge como alternativa a la utilización de productos de síntesis química en el manejo de las enfermedades y ante el incremento de la demanda en los mercados de alimentos obtenidos bajo sistemas de producción orgánica y/o sostenible (Culebro, 2018). El control biológico de la Sigatoka negra ha recibido relativamente poca atención debido a la disponibilidad de fungicidas altamente efectivos, así como al poco interés por desarrollar métodos alternativos de control y a la carencia de apoyo económico para financiar la investigación. Sin embargo, la aparición de aislamientos del patógeno resistente a los fungicidas sistémicos y la necesidad por tecnologías de producción más limpias, ha incrementado el interés por el control biológico. En esta investigación se evaluó alternativas biológicas a base de (*Trichoderma*) y (*Bacillus subtilis*) para la reducción de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en plátano con el fin de demostrar si inciden las aplicaciones de estos agentes biológico ya que el cultivo de plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. Debido a lo mencionado anteriormente es importante cultivar plátanos en la zona seca, tal es el caso de Comalapa, municipio de Chontales, en donde pequeños productores pueden trabajar el en establecimiento de plátano a pequeña escala como fuente de alimento e ingresos y mejorar la calidad de vida de ellos y de su familia.

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Objetivo General

Evaluar alternativas biológicas a base de (*Trichoderma*) y (*Bacillus subtilis*), para disminuir la incidencia de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*), en el cultivo de plátano variedad cuerno alto, en la comarca el Llanito, Comalapa.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de la enfermedad Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*), bajo condiciones de campo usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*).

- Determinar la severidad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*), usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*).

- Calcular la relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

CAPITULO II

V. MARCO REFENCIAL

5.1. Antecedentes

En condiciones de campos se evaluó en la zona bananera de Urabá-Colombia, el efecto de inductores de resistencia y bacterias (quitinolíticas) sobre el desarrollo de la Sigatoka Negra en plantas de banano del cultivar Gran Enano. Utilizando (acibenzolar-s-metil) (ASM) ($20 \text{ cm}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ i.a.}$) y ácido salicílico (AS) ($20 \text{ cm}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ i.a.}$) como inductores de resistencia, cada uno en rotación y en mezcla con fungicidas utilizados en el control convencional de la enfermedad; se evaluó también la mezcla de estos inductores con bacterias (quitinolíticas) aisladas de la filosfera de banano; así como el efecto del fungicida biológico Biofun® ($1,5 \text{ L ha}^{-1} \text{ de p.c.}$) en rotación con fungicidas y en mezcla con ASM. La aplicación de ASM en rotación y en mezcla con fungicidas convencionales presentó un control de la enfermedad hasta un 50% mayor al obtenido con el control convencional, evidenciado esto en los valores más bajos del área bajo la curva del índice de severidad de la enfermedad (IS) y más altos de hojas sanas (HS) al momento de la floración. En este caso presentado por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias, quedo evidenciada la reducción de la sigatoka negra en musáceas, aunque estas eran de otra especie (Zuluaga *et al*, 2007).

5.2. Variedad el plátano cuerno alto

Dentro de su clasificación taxonómica según Ramírez (1996) es:

Reino: plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceas

Género: Musa

5.3. Generalidades

El plátano es una planta herbácea monocotiledónea de la familia musácea originaria del sur este asiático y traída a nuestro país por los españoles en el siglo XVI (corpoica 2016). El considerado el 4to cultivo más importante del mundo por tratarse de un producto básico y de importación, fuente de empleo e ingreso en números países del trópico y sud trópico (Borja *et al*, 2018).

El plátano es un fruto rico en Potasio, siendo este un elemento fundamental para el funcionamiento adecuado del cuerpo humano (Saltos, 2017).

5.4. Origen

Las primeras plantas de plátano tuvieron como origen en el sur este de Asia en el año 650 aunque su comercialización empezó en las islas canarias de España en el siglo XV y traída por los mismos españoles en el siglo XVI. Luego se convirtió en uno de los alimentos básico de los países tropicales y caribeños.

Solo hasta el siglo XIX fue conocido como un cultivo comercial a nivel mundial actualmente este tiene una producción mundial de 58 millones de tonelada, sus principales productores y comercializadores son los países pertenecientes a Sudamérica, centro americano y Asia (Borja *et al*, 2018).

5.5. Importancia económica

El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo.

Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas, del total mundial de 12 millones de toneladas. Es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del sudoeste asiático.

Aunque es uno de los cultivos más importantes de todo el mundo, los consumidores del norte lo aprecian sólo como un postre, pero constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales (La hora, 2019).

5.4. Producción de plátano

El Ministerio de Fomento (2009), en su estudio encontró que la mayor parte de la producción mundial del plátano está destinada a suplir el consumo interno de los países productores y sólo una pequeña parte es comercializada en los mercados internacionales. Robinsón y Alberts (1986) indicaron que el objetivo de la explotación de plátanos es obtener la máxima producción ha-1 año-1.

La variedad de plátano con mayor aceptación en Centroamérica es el Curaré Enano el cual mantiene las mismas propiedades y características organolépticas y de proceso que otras variedades; pero posee altos rendimientos en campo, mayor cantidad de dedos después del desmane, longitud y grosor aceptable al mercado y es de fácil manejo en campo (Lardizábal, 2007). Los de porte bajo permite implementar prácticas agronómicas que mejoran su eficiencia tales como acame y riego por goteo (Lardizábal y Gutiérrez 2006).

5.6. Morfología

Familia: Musaceae

Especie: *Musa paradisiaca*

El plátano es una planta monocotiledónea y pertenece al orden scitamineales, a la familia musácea, sub familia musoideae y al género *musa*. el género *musa* contiene entre 30 y 40 especies diploide. En la actualidad, solo dos especies tienen importancia comercial (*musa paradisiaca*) (plátano) y (*musa balviciana*) (banano).

La planta de plátano está conformada por el sistema radicular, el tallo y sus yemas el sistema foliar y la inflorescencia que da origen al racimó.

Planta: Herbácea perenne, con rizoma corto y tallo aparente que resulta de las vainas foliares, cónico y de 2.5 a 3 metros de altura terminado en una corana de hojas

Rizoma o bulbo: tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemas) que dan origen pseudotallo, raíces y yemas vegetativas (Borja *et al*, 2018).

Sistema Radicular: posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm concentrándose la mayor parte de ella en los 15 y 20 cm las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar 1,5 a 2 m al crecimiento lateral y hasta 1.5 en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo; suelo franco arenoso mayor tamaño de raíces y suelo franco arcilloso menor tamaño.

Tallo: La planta de plátano corresponde a un cormo de subterráneo erecto con ramificaciones monopodicas. En sus ápices se encuentra a ni dado el punto vegetativo o meristemo apical que contiene toda la información genética de la planta su forma está influenciada por la textura y estructura del suelo su tamaño no excede los 30 cm tanto horizontal como vertical el cormo puede producir 10 hijos, teóricamente podría producir 382, ya que cada hijo tiene una yema opuesta n o axilar. el total de hijuelos que se origen de cormo queda entonces limitado a un número inferior al teórico potencial debido a que una vez ocurre la diferenciación floral, al emitir 81 hojas, se convierte en un tallo aéreo que termina en una bellota. (Belalcazar 1991).

El tallo funciona como un medio de transporte ya que por medio del transita la savia bruta y elaborada, sirve de sostén a la planta, puede alcanzar hasta 60 centímetros de diámetro (Amador & Castillo, 2014).

Hoja: se origina en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en el pate superior del rizoma. Al principio se observa la formación del peciolo y a la nervadura central terminada en filamento o que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho creciendo en altura y formando los semi limbos. La hoja se forma en interior del pseudotallo y emerge enrollado en forma de cigarro (belalcazar 1991).

El desarrollo y producción de un cultivo depende fundamentalmente del desarrollo producido de su área foliar, lo que permite utilizar más eficientemente la energía solar en el proceso fotosintético (Amador & Castillo, 2014).

Flores: esta estructura que después de determinado proceso fisiológico conduce a la formación del racimo, se origina a partir del ápice vegetativo localizado en el centro de la superficie del tallo subterráneo; el ápice tiene zonas meristemáticas una de ellas es la túnica constituida por una capa delgada de células superficiales mantenidas por divisiones periclinales y segunda conocida como cuerpo localizada por debajo de la túnica mantenida por divisiones celulares realizadas en cualquier plano (Borja *et al*, 2018).

En el desarrollo de la inflorescencia transcurre desde el momento de la diferenciación hasta que emerge la inflorescencia y alcanza su tamaño normal 60 cm de longitud y 35 cm de perímetro en la zona de mayor diámetro.

Los nódulos florales o mano fluctúan de 5 a 7 están cubierto por brácteas; las flores femeninas están dispuesta en fascículos florales, con disposición vice riada las primeras manos se origina de dos series de 7 a 9 flores.

Las flores femeninas acumulan carbohidrato en el ovario y se transforman en fruto partenocarpia. En el extremo distal del racimó se encuentran las flores masculinas ovario reducido o vestigial o estambre bien desarrollado.

Posición y organización del racimó: una vez que el ápice de la inflorescencia aparece en la parte superior de la planta toma diferentes posiciones hasta la forma pendular, que transcurre en ocho días; a partir de este momento todos los nódulos florales por la acumulación de carbohidratos en el ovario levantas las brácteas hasta conformar el racimó. Periodo que transcurre en ocho días aproximadamente según la condición del trópico (Marcelino, LA. 1994)

Fruto: el desarrollo de los frutos partenocarpio está condicionado única y exclusivamente por la acumulación de pulpa en la cavidad formada por las paredes interna del pericarpio. La característica anterior Asia además que los lóbulos se atrofién y aparezcan inmerso en la pulpa del fruto desarrollado a manera de diminutos puntos o gránulos de color negro o pardo oscuro (Belálcazar, 1991).

5.7. Requerimiento Edafoclimáticas

Para el establecimiento del plátano se deben tomar en cuenta una serie de factores agrícolas, para una adecuada y rentable producción, siendo algunas de estas:

Altitud: Belalcázar (1999) afirma que, según la variedad, el plátano puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altura (Borja *et al*, 2018).

Temperatura: La temperatura promedio está entre 22 °C y 35 °C. Requiere de alta luminosidad y precipitación bien distribuida de 150 mm mensuales. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18°C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13°C y mayores de 45°C.

Vientos: Los vientos huracanados, el exceso de agua y las sequías prolongadas, son los peores enemigos del cultivo. No se recomienda establecer el cultivo en zonas que presenten fuertes vientos, superiores a los 20 km kilómetros/hora. Los daños ocurren cuando la velocidad es alta (30 m/s).

Humedad relativa: La humedad relativa del ambiente debe ser adecuada (75-80 %), dado que condiciones de alta humedad podrían favorecer la presencia de enfermedades causadas por hongos (Borja *et al*, 2018).

Luminosidad: Se debe contar con buena cantidad de luz día, para que las plantas se desarrollen adecuadamente (hojas, racimos, yemas o brotes laterales). En el caso contrario, la baja disponibilidad de luz retrasa la producción y afecta la calidad del fruto.

Suelo: Con un pH de 6 – 6.5, el plátano requiere de suelos con topografía ondulada a plana, profundos, bien drenados, fértiles y con buena cantidad de materia orgánica, de texturas medias y sueltas (franco arenoso a franco-arcillo-arenosos) (Borja *et al*, 2018).

5.8 Manejo agronómico

Son labores culturales que se hace en un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área, también llamado: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) tales como: riego, aporque, despunte, resiembra, deshije, podas, decapitación floral. El manejo agronómico del cultivo de plátano consiste en realizar las buenas prácticas como la selección de

semillas, el control de malezas, las prácticas culturales como el deshoje, deshije, desbellote, desmane, entre otras; como también realizar un programa de fertilización y las prevenciones de las plagas y enfermedades.

5.8.1 Propagación

Según Marcelino *et al*, (2010), el plátano se reproduce por medio de material vegetativo denominado colinos, cormos, cepas o hijos; es la principal vía de transmisión de las características genéticas deseables.

Para la siembra de plátano se utiliza material vegetativo (cormo) que debe de proceder de plantas libres de enfermedades y daño de insectos. Si no ponemos la atención debida a esta labor, se puede estar introduciendo en las áreas de siembra, picudo, nematodos, (Erwinia, etc) (Marcelino *et al*, 2010).

5.8.2 Distancias y técnicas de siembra

La preparación de suelo se realiza 30 días antes de la siembra. La siembra es de manera directa (material vegetativo), Vivero (plántulas).

Según Velásquez V.M. (2003), la distancia recomendada depende de: tipo de Mantenimiento que se le dará a la plantación, si es para mercado nacional o exportación, si se asociará con otros cultivos; la fertilidad del suelo y Variedad.

Las distancias varían de 3 x 3 metros en cuadro o en triángulo, lo cual implica 1.111 y 1.280 plantas por hectáreas. Los arreglos cuadrados y triangulares son fáciles de implementar. Los arreglos de doble surco tienen dos hileras pegadas (1 a 1.5 m de separación) y un espacio grande (3 a 4 m entre hileras dobles); esto facilita las labores culturales y los controles fitosanitarios.

Para el establecimiento de una manzana con variedades de porte bajo se necesitan 1,650 hijos o plántulas, sembradas a una distancia de 1.7 metros entre plantas y 2.5 metros entre hileras. En el caso de las variedades de porte alto se necesitan 1,100 plantas, establecidos a 2.5 metros entre planta y 2.5 metros entre hileras (INTA, 2018).

5.8.3 Crecimiento y desarrollo

De acuerdo a Belalcázar et al (1994), la densidad de población en plátano está condicionada por la distancia de siembra y el número de plantas por cada sitio de producción y puede influir positiva o negativamente en los componentes de desarrollo y producción.

La alta densidad de los cultivos ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y desarrollo de cada planta debido a la competencia por luz que genera dentro de la comunidad (Cayón, 1992).

5.8.4 Fertilización

El INTA (2018) menciona que es importante que los productores conozcan la fertilidad de sus suelos para realizar un buen plan de fertilización en sus cultivos.

Las primeras fases de crecimiento de las plantas son decisivas para el desarrollo futuro, por tanto, es recomendable en el momento de la siembra utilizar un fertilizante rico en fósforo. Cuando no haya sido posible la fertilización inicial, la primera fertilización se hará cuando la planta tenga entre 3-5 semanas. Se recomienda abonar al pie que distribuir el abono por todo el terreno, ya que esta planta extiende poco las raíces.

A los dos meses aplicar urea o nitrato amónico y repetir a los 3 y 4 meses. Al quinto mes se debe hacer una aplicación de un fertilizante rico en potasio, por ser uno de los elementos más importantes para fructificación del cultivo. En plantaciones adultas, se seguirá empleando una fórmula rica en potasio, distribuida en el mayor número de aplicaciones anuales, sobre todo en suelos ácidos (Borja *et al*, 2018).

5.8.5 Manejo de la Fertilización

Todas las recomendaciones sobre la fertilización de una plantación de plátano, deben estar basadas en los resultados del análisis físico químico del suelo y de ser posible, los resultados de un análisis foliar. La recomendación de fertilizante en el cultivo de plátano debe hacerse en base a la unidad de producción (plantas), ya que de esta manera se adiciona una misma dosis de nutrientes indistintamente a la cantidad de plantas presentes en una parcela (Marcelino, 2004)

Debido a su alto desarrollo de biomasa, la planta de plátano requiere de la aplicación de cantidades relativamente altas de nutrientes, principalmente de macro nutrientes como:

Nitrógeno (N)

Se ha encontrado respuesta con 168 a 184 gramos (6 a 8 onzas) de urea azufrada/planta/año (40 % de nitrógeno y 5.6 % de azufre). Las aplicaciones se realizan en forma fraccionada 8, 14, 20 y 26 semanas después de la siembra. Para la suplementación con base en otras fuentes nitrogenadas, habría que realizar la relación del contenido de nitrógeno y de azufre de las fuentes a utilizarse con relación a la recomendación anteriormente señalada.

Fósforo (P)

No se ha encontrado repuesta a las aplicaciones de fósforo en aquellos suelos con niveles de 15 a 45 ppm de este elemento y de textura franco limosa. En suelos con textura franco-arenosa, se ha requerido la aplicación de 28 gramos (una onza) de P 205 por hoyo al momento de la siembra, utilizando fertilizantes con fórmulas completas (12-24-12, 10-30-10, 16-16-16 y otras). En los casos de parcelas de cosechas continúa, el fósforo puede utilizarse en la presentación de roca fosfórica con aplicaciones mínimas de un kilo por planta.

Potasio (K)

Es importante para el desarrollo de la yema floral y la calidad de la fruta. Su aplicación debe ser fraccionada:

- Al momento de la siembra: 28 gramos (una onza) de K20 al fondo del hoyo.
- Entre los cuatro a cinco meses de edad de la planta: 56 gramos (tres onzas) de K20/planta/año, aplicado en "media luna" a un lado del pseudo tallo.

Aunque las deficiencias de micro nutrientes no son frecuentes, hay que prestar atención a los niveles de estos elementos en el suelo. Las deficiencias más frecuentes suelen ser de zinc (Zn), azufre (S), magnesio (Mg), manganeso (Mn), calcio (Ca) y boro (Bo). Para corregir estas deficiencias, se pueden utilizar fuentes granulares, foliares o una combinación de ambas. En algunas áreas del distrito de Barú, se reportan niveles tóxicos de cobre (Cu); los cuales se pueden corregir mediante la incorporación de materia orgánica.

Existen otros productos a base de ácidos húmicos, de la cual se han obtenido buenos resultados con la aplicación de Eco Hum y Eco Hum K plus que, pese a no ser nutrientes, se ha demostrado

que los ácidos húmicos, facilitan la entrada de los nutrientes al sistema vascular de las plantas. Estos productos son muy útiles para la planta cuando se presentan períodos de estrés por sequía, exceso de humedad o fitotoxicidad.

(Marcelino, 2004).

5.8.6 Criterios a emplearen el deshije

Orientación de la plantación

En el sistema de siembra de doble hilera en surco, se deben seleccionar aquellos hijos ubicados en el mismo sentido de la hilera de siembra, de este a oeste o hacia el poniente del sol (Marcelino, 2004).

Distancia entre las plantas

Al establecer la plantación en el campo, es importante seleccionar previamente la distribución espacial, según los objetivos propuestos en la planificación de siembra (Marcelino 1986).

Edad de la plantación

Cuando se trata de una plantación nueva, el deshije determinará la futura densidad de la parcela, ya que de realizarse un deshije lineal (selección de un hijo por planta), se mantendrá la misma población inicial de siembra; mientras que cuando se seleccionan dos y tres hijos por planta, se duplicará y triplicará la población de plantas por unidad de superficie. Durante el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta, por lo general emergen vástagos (hijos) deseables o indeseables (Marcelino 1987).

Deshije o selección de hijos

Con el deshije se busca mantener una población adecuada, disminuir la competencia dentro de cada unidad familiar (todas las plantas que componen una cepa) y dentro de la parcela, por agua, luz y nutrientes; lo que asegura una producción continua, ordenada y frutas de excelente calidad, así como el aprovechamiento máximo del terreno (Marcelino 1986).

Es importante que en cada plantón (golpe) se mantenga tres plantas en secuencia (madre, hija y nieta) para evitar competencia y contribuir a obtener racimos grandes con fruta de calidad (INTA, 2018)

5.8.7Tipos de hijos

Fisiológicamente, todos los vástagos o hijos son iguales. Sin embargo, las diferencias que puedan presentarse entre ellos es prácticamente motivadas por las circunstancias y la forma como se desarrollan (Marcelino, 2004)

Hijos de agua u Orejones

Los hijos de agua se forman cuando cesan los intercambios de nutrimentos entre la madre y el hijo, finalizando la dominancia que ejercía la planta madre (Figura 20). El hijo comienza a valerse por sí solo y desarrolla un pseudo tallo cilíndrico, débil, de hojas cortas y anchas, tomando el aspecto de una planta adulta (Marcelino 1996).

Hijos de Espada o de hojas estrechas

Los hijos de espada poseen hojas angostas y lanceoladas, debido a la dominancia apical de la madre. Presentan un crecimiento rápido y un desarrollo vigoroso, debido básicamente al flujo continuo de nutrientes entre el rizoma de la planta madre y el hijo, lo cual conduce a la producción de un mejor racimo. Estos son los hijos que deben seleccionarse. (Marcelino 1996).

Hijos falsos o de tetillas

Los hijos falsos se originan a partir de yemas ubicadas por encima de la superficie del suelo y, por lo general son similares a los hijos de espada. Sin embargo, no logran formar su propio rizoma, que le permita alcanzar un desarrollo vegetativo exuberante. Este tipo de hijos deben eliminarse, ya que dan origen a plantas poco productivas y de fácil volcamiento debido a un pobre anclaje.

Selección del hijo

La selección del hijo debe fundamentarse en aspectos como vigor, ubicación y crecimiento en altura. En general, se debe seleccionar aquel hijo que presente el conjunto de estas características arriba mencionadas. En ocasiones, hay que sacrificar un hijo bien desarrollado por uno mejor colocado y viceversa. La selección se debe realizar procurando que no queden espacios abiertos dentro de la parcela y se mantenga además una secuencia adecuada en cuanto a la producción de racimos. Según (Marcelino, 2004) menciona que en aquellas plantas muy próximas a la

cosecha, los hijos a seleccionar deben tener una altura superior a los 84 centímetros y ubicados diametralmente opuestos al hijo seleccionado. Los hijos descartados podrán ser utilizados en la siembra de nuevas parcelas o en la resiembra.

Época del deshije

El ciclo del deshije depende de la velocidad de desarrollo de la plantación. En una plantación nueva, el primer deshije se realiza tres meses después de sembrada la parcela, dejando uno o dos hijos según la densidad de siembra previamente planificada. En plantaciones viejas el deshije se inicia con las lluvias a intervalos regulares de 6 a 10 semanas, según el desarrollo vegetativo del cultivo. El último deshije se debe realizarse poco antes de finalizar la estación lluviosa. De igual manera, el deshije debe hacerse poco antes de realizar las labores de fertilización y/o aplicación de nematicidas.

En el sistema de siembra de alta densidad o de cosecha anual, se recomienda eliminar todos los "hijos" o vástagos hasta cuando en la parcela por lo menos el 40% de las plantas, hayan iniciado la fase de floración (Marcelino, 1996).

Metodología para el deshije

Localizada la planta a deshijar, se observa la distribución de las plantas vecinas como referencia para poder tomar una buena decisión sobre cual hijo eliminar o seleccionar, dejando preferiblemente el que presente un mayor desarrollo y/o una mejor ubicación con respecto a la distribución de las plantas vecinas. Los cortes deben realizarse de manera tal, que se elimine el punto de crecimiento y de adentro hacia afuera, para evitar cortes en la planta madre.

Antes de iniciar la cosecha de la planta, se recomienda descartar aquellas partes del tallo que se encuentran completamente descompuestas, limpiar la base del tallo de todo residuo del deshije, malezas o restos vegetales (Rodríguez 1985).

5.8.8 El Deshoje

Para producir un racimo de buena calidad, tanto para el mercado nacional como el de exportación, la planta debe mantener un mínimo de ocho a nueve hojas al momento de la emisión de la inflorescencia. Por debajo de este parámetro, la producción de la planta y la calidad de la fruta, se verán seriamente afectadas (Marcelino, 1987).

Tipos de deshoje

El deshoje es una actividad que se realiza para cumplir con los siguientes propósitos:

Deshoje de sanidad

Constituye una práctica de apoyo al manejo de enfermedades y para el saneamiento en general de la plantación. Dentro de este esquema de trabajo, se eliminan todas aquellas hojas cuya lámina foliar se encuentre infectada en más del 60 %, o que por causas naturales se hayan secado, doblado o se encuentren colgando de la planta (Marcelino, 2004).

Deshoje para protección de la fruta

Permite eliminar las hojas que pudiesen ocasionar daños (lesiones o marcas) en la parte externa de la fruta. Sin embargo, antes de proceder a cortar la hoja, se debe considerar la posibilidad de poder desviarla.

Metodología del deshoje

En el deshoje se utilizar la "chuza", bien afilada y colocada en una vara de longitud variable según la altura de la planta; y un machete. El corte de la hoja se realiza de abajo hacia arriba, teniendo el cuidado de no dañar las hojas vecinas. Si la hoja se encuentra parcialmente infectada, se eliminar sólo parte de ella. En la fase vegetativa se recomiendan ciclo de deshojes de 15 a 22 días, y de 20 a 30 días en la fase reproductiva; y cada 35 días en la productiva.

Cuando el deshoje se realiza en un área de la plantación completamente infestada de enfermedades, es estrictamente necesario desinfectar la chuza y el machete cada vez que se utilice. Para ello, se debe utilizar formalina al 10 % u otro desinfectante (Rodríguez, 1985).

5.8.9 Apuntalamiento

La práctica de apuntalamiento se realiza con el propósito de evitar el volcamiento de la planta y se incrementa cuando la plantación inicia el segundo ciclo de cultivo. El apuntalamiento se recomienda en parcelas que han superado los dos primeros ciclos de cultivo y debe realizarse de manera selectiva, y sobre todo en aquellas plantas que presentan condiciones propicias para su volcamiento como las que se encuentran: a orillas de canales, con rizomas sobre la superficie del suelo (embalconados), muy inclinadas, pobre desarrollo radicular u otro. Para esta práctica se puede utilizar hilo o varas (Marcelino, 2004).

5.9 Manejo de las malezas

Según el INTA (2018), Durante el primer año la siembra de abonos verdes en asocio con el plátano, ejerce un buen control de malezas.

Del segundo al cuarto año esta labor se podrá realizar de manera manual con machete o azadón cada mes y medio durante el periodo lluvioso.

Durante el verano no se recomienda dejar el suelo desnudo, las malezas se cortan a baja altura, esto permite reducir la alta temperatura (caliente) del suelo (INTA, 2018).

Control Mecánico

La Rodaja

Por lo general se realiza en forma conjunta con el deshije, en ciclos de 8 a 10 semanas. La rodaja consiste en suprimir las malezas que se encuentran alrededor del tallo hasta una distancia de 60 a 75 cm y desde la base del tallo o en franjas en dirección a las hileras de siembra.

La Chapia

En esta modalidad, el control de malezas se realiza dentro de la parcela en ciclos de 8 a 12 semanas. En ambos sistemas de manejo se debe tener el cuidado de no provocar cortes en las plantas o brotes.

(Marcelino, 2004).

Control Químico

La aplicación de los herbicidas debe realizarse con bombas de espalda de presión constante, ya que con las bombas de mochila a motor se pueden afectar los brotes nuevos. La boquilla recomendada para estas labores del tipo TEEJET 8002, puesto que las boquillas de tipo cónico duplican la aplicación de la mezcla sin que se logre un aumento en la eficiencia.

Se debe utilizar sólo cuando el cultivo presenta más de 1 .20 m de altura, no haya vientos y se aplique en forma dirigida al área cubierta con maleza.

5.10 Prevención y Manejo Integrado de Plagas

Los problemas fitosanitarios del cultivo de plátano son prioritarios ya que inciden, directa e indirectamente en el bienestar social, al inducir la carencia de alimentos, la pobreza y la reducción de las oportunidades de empleo. Por otro lado, la presencia de ciertas plagas insectiles y enfermedades de enorme potencial de daño, hace que este cultivo sea altamente dependiente de agroquímicos. Para enfrentar estas limitantes de la producción, es necesaria implementar el enfoque Manejo Integrado de Plagas (MIP), que racionaliza el uso de agroquímicos, o el Manejo Integrado del Cultivo (MIC) del cuál el MIP es solo un componente. De este modo, se podrá obtener un producto sano, de excelente calidad y sostenible en el tiempo, minimizado el impacto de los agroquímicos en las zonas de producción, agro sistemas y cuencas hidrográficas.

Siendo el plátano un cultivo con potencial de exportación, es importante señalar que la producción nacional orientada a este mercado tendrá que adoptar, de manera inmediata, un programa de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para poder tener acceso a los competitivos mercados de los Estados Unidos, Europa y otros países. En estos países, los consumidores exigen que los productos frescos que ingresan a sus redes de distribución, hayan sido producidos bajo estrictos estándares que garanticen su inocuidad y calidad. En 1997, la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos emitió una guía para minimizar el riesgo microbiano en los alimentos. Esta se basa en los principios de las BPA e incluye el Análisis de Riesgos de Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés). Hacia finales del año 2003, el Grupo de Distribuidores de Productos de Europa (Euro Retailer Produce) exigió que todos los productos que entren a su mercado, hayan sido auditados y certificados bajo las normas EUREP-GAP o equivalentes, normativa que aplica los principios de BPA y el HACCP.

Los principales componentes del programa BPA son: higiene e inocuidad de los alimentos, seguridad de las personas (consumidores y trabajadores agrícolas) y medio ambiente. Este último componente se basa en la implementación del MIP o el MIC, temas que se abordan en este manual.

(Marcelino, 2004).

5.10 Manejo de insectos-plaga

El manejo de los insectos-plagas debe tener un enfoque integrado, en donde cada una de las prácticas que se realicen dentro de la parcela, contribuya a minimizar el daño y propicie la tolerancia del cultivo (Marcelino, 2004).

Insectos Barrenadores del rizoma

Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)

La larva ocasiona los mayores daños económicos a la plantación. Es de color blanco cremoso y la cabeza marrón. Alcanza 12 mm de longitud y pasa de 5 a 7 instares. El período larval es de 15 a 165 días según las condiciones climáticas y disponibilidad de alimento. El adulto es un coleóptero negro de 8 a 10 cm de largo.

Cuando las larvas penetran en el rizoma, forman galerías en todas direcciones, facilitando la introducción de patógenos y otros organismos saprofitos que además de enfermar a la planta, contribuyen a debilitarla e impiden el transporte de alimento hacia las partes superiores (hojas, frutos) (Marcelino, 2004).

Tipos de controles: Biológicos, Culturales y Químicos (nematicidas-insecticidas).

Antes de decidir al empleo de plaguicidas debe tomarse en consideración si dentro de la parcela se dan las siguientes condiciones:

- Por lo menos 12 insectos adultos por trampa. Más de 10% de plantas y racimos con pobre desarrollo
- Más de 5 % de plantas desraizadas
- Cormos con muchas lesiones y cavernas necróticas.

Gusano Barrenador (*Castnia spp*).

También conocido con los nombres de barrenador del plátano u oruga del plátano. Pertenece a la orden lepidóptera y ha sido registrada como plaga en Panamá, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Venezuela. Los adultos son mariposas con hábitos diurnos y las larvas, que son las que ocasionan el daño económico a las plantas, son de color crema con cabeza marrón y áreas esclerotizadas de color café oscuro sobre el tórax. Llegan a medir 7.5 cm de longitud Rara vez

se observa más de una larva en la misma planta, ya que cuando esto ocurre, la más fuerte elimina a la otra (canibalismo).

El control de esta plaga es estrictamente integrado, a través de:

- utilizar semillas sanas, libres de larvas y/o huevos de *Castnia*.
- mejorar el drenaje del terreno.
- remover la hojarasca (yagüa) que cubre la parte inferior de las plantas.
- realizar el deshije en forma regular.
- repicar los restos vegetales que están dentro de la parcela.
- mantener la parcela libre de malezas y desechos de plátano maduro.
- para el control químico, se puede emplear Carbofuran en dosis de 10g (Furadan) o Terbufos formulación (Counter), a razón de 20g/planta dentro del área-problema, en ciclos de 2 meses hasta que disminuya la intensidad del problema.

Insectos-plaga del Follaje

Generalmente no se presentan como plagas de importancia, pero, ocasionalmente, pueden ocasionar pérdidas económicas a los productores. En nuestro medio y debido a la diversidad de enemigos naturales presentes, no es frecuente que los productores tengan pérdidas debido a la infestación de algunos de estos insectos

Manejo de Nematodos

Los nematodos de mayor importancia económica en el cultivo del plátano son (*Randopholus similis*) y (*Helicotylenchus multicintus*). La especie (*R. similis*), conocido como 'nematodo barrenador', es el que, comúnmente, se asocia a los cultivos de banano y plátano. Sin embargo, en las zonas plataneras de Divalá y Barú, en la provincia de Chiriquí, predomina *H. (multicintus)*. También pueden encontrarse poblaciones muy bajas de (*Pratylenchus coffeae*) y (*Meloidogyne spp.*), con poca o ninguna importancia económica.

(Marcelino, 2004).

Los Fito nematodos son uno de los principales factores limitantes de la producción y calidad del banano y el plátano, en todas las zonas productoras del mundo. Parasitan el cormo y las raíces, aunque el daño al cultivo se debe principalmente, al ataque a las raíces.

El síntoma inicial característico de la presencia de (*R. similis*) en la superficie de las raíces es la aparición de pequeñas lesiones rojizas a rojo vino. Debido a que este endoparásito migra dentro de las raíces, las lesiones aumentan en cantidad y tamaño y finalmente, cuando se unen, las raíces se necrosan y mueren. El nematodo de espiral, (*H. multicintus*), se alimenta de modo

(ecto y semi endoparasítico) y todas las fases de su desarrollo pueden encontrarse dentro de las raíces del plátano, causando extensas necrosis.

La proporción entre las raíces funcionales y las no funcionales o necrosadas (índice de la enfermedad), es un importante criterio para el manejo de los Fito nematodos. El resultado directo del daño causado por estos microorganismos es la reducción significativa en el peso del racimo y la calidad de las frutas. La reducción en el rendimiento causado por los nematodos puede alcanzar entre un 15 y 25 %.

El daño puede aumentar hasta alcanzar el 40% o más, por volcamiento de las plantas, debido a la sistemática destrucción del sistema radical, que provee el anclaje. Este ocurre cuando hay lluvias fuertes, especialmente en plantas con un racimo en desarrollo. En estos casos, el apuntalamiento de los pseudo tallos es una práctica beneficiosa, sin embargo, los costos se incrementan.

5.12 Enfermedades del cultivo

Sigatoka negra: es una enfermedad foliar que afecta las plantas de género musa. Afecta solo las hojas del banano y plátano esta enfermedad es causada por el hongo (*Mycospharella fijiensis morelet*) (Marcelino, 2004).

Moko o madura biché (*Ralstonia solanasiarum*): es una enfermedad bacteriana que se reconoce por marchitamiento y amarilla miento de la planta las hojas se caen y se quiebran perteneciendo en las plantas los brotes o colinos no se desarrollan ,tomando colores negros y de forma retorcida; los bordes de las hojas se secan seguido de una franja amarilla se presentan racimos con dedos deformes que maduran antes de tiempo y un anillo color negro entre la pulpa y la cascara que segrega un líquido viscoso que le da el nombre a la enfermedad (Borja *et al*, 2018).

Pudrición acuosa del pseudotallo o vacteriosis (*dickeya chrysanthemi*): la enfermedad se reconoce inicialmente por la quemazón en los bordes de las hojas avanzando sobre toda la hoja hasta alcanzar un color amarillento; en los pseudotallos se observan manchas acuosas y translucidas o transparentes de color amarillo que después se tornan a café oscuro omitiendo un líquido cristalino de olor fuerte.

Mal de panamá (*Fusarium oxysporum*): es una enfermedad causada por las toxinas del hongo *Fusarium oxysporum* que ocasionan la pudrición de las raíces, los pseudotallos los colinos y los cormos. el hongo puede vivir en el suelo por más de 30 años y su propagación se da mediante semillas provenientes de las plantas afectadas por la enfermedad, mecanización del suelo, herramientas, corrientes de agua suelos contaminados y vientos.

(Borja *et al*, 2018).

5.12.1 Enfermedad (sigatoka negra)

La Sigatoka negra es una enfermedad foliar del banano causada por el hongo ascomicetes (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) (anamorfo *Pseudocercospora fijiensis*) y constituye el principal problema fitopatológico del cultivo. El patógeno destruye rápidamente el tejido foliar, como consecuencia se reduce la fotosíntesis y se afecta el crecimiento de la planta y la producción. En ausencia de medidas de combate la enfermedad puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y causar pérdidas del 100 % de la producción debido al deterioro en la calidad (longitud y grosor del fruto). Además, en condiciones de combate deficiente, puede inducir maduración prematura de los frutos, ya sea en el campo (fruta cremosa) o durante el transporte a los mercados de destino, lo que representa uno de los principales riesgos con el ataque de la enfermedad en las plantaciones comerciales (Stover 1980, Marín y Romero 1992, Marín *et al.* 2003, Romero y Guzmán 2006, Rodríguez Gaviria y Cayón 2008). El combate de la Sigatoka negra constituye uno de los principales rubros para la industria bananera, ya que puede alcanzar hasta un 27 % del costo total de la producción (Marín *et al.* 2003). La enfermedad se ha dispersado por todo el continente americano y el Caribe. En los diferentes países han ocurrido severas epidemias, que han obligado a intensificar las medidas de combate y han puesto de manifiesto la necesidad de estrategias de manejo integrado de la enfermedad, para mitigar su impacto negativo (Guzmán 2006).

5.12.2 Manejo de enfermedades

Sintomatología de la Sigatoka Negra

La enfermedad se manifiesta primeramente en la parte izquierda del ápice de la hoja, que es la que primero se desarrolla al aparecer la hoja nueva; luego en el ápice derecho, el área central y la base del limbo. Su reproducción es sexual por ascosporas y asexual por conidios.

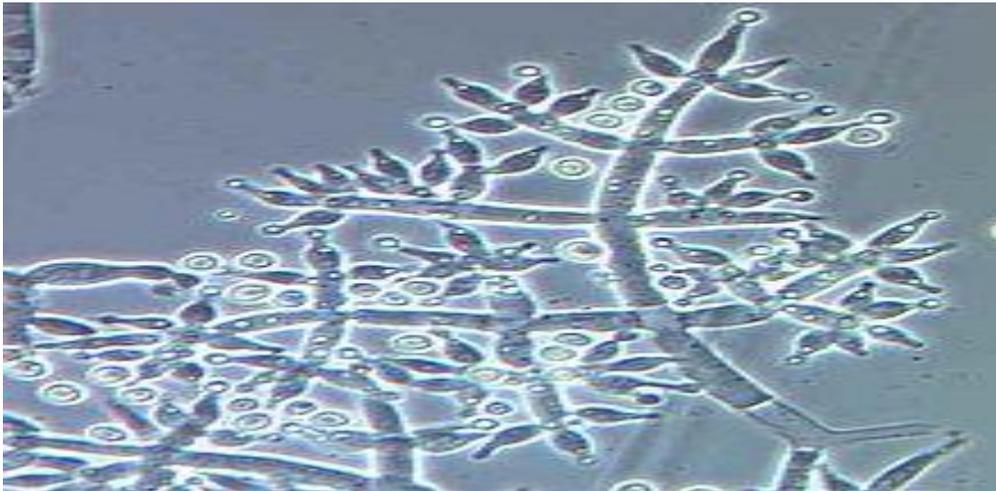
Una vez que los conidios o ascosporas llegan a la hoja de la planta y si las condiciones agroclimáticas son favorables al patógeno (baja fertilidad del suelo, presencia de agua libre, temperatura entre 25 y 29°C), estas estructuras germinan y posterior a los 4 a 6 días sus tubos germinativos penetran en la hoja por las estomas y se ramifican en la cavidad sub estomática (Bureau, 1992). Posteriormente, se presenta un periodo de incubación, que varía según las condiciones agroclimáticas (Marcelino, 2004).

5.13 Alternativas biológicas

El control biológico es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo.

Hay que tener en cuenta que su uso ha tenido significados diferentes a lo largo del tiempo. Así, los Fito patólogos han tendido a usar el término para denotar métodos de control que incluyen rotación de cultivos, alteraciones del pH del suelo, uso de enmiendas orgánicas, etc. (Baker, 1985; Schrot & Hancock, 1985); otros investigadores diferencian un control biológico clásico del control biológico moderno donde se incluyen las técnicas de control por interferencia. Sin embargo, la definición más aceptada en la actualidad es la que han utilizado tradicionalmente los entomólogos: Es un método agrícola de control de plagas (insectos, ácaros, malezas, enfermedades de las plantas, etc.) que usa depredadores, parásitos, herbívoros u otros medios naturales. Puede ser un componente importante del control integrado de plagas y es de gran importancia económica para la agricultura.

5.13.1 Generalidades de (trichoderma).



5.13.2 (*Trichoderma spp*)

(*Trichoderma*) es un género de hongos que se encuentran en los suelos de todas las zonas climáticas del mundo. Se trata de importantes descomponedores de materiales leñosos y herbáceos. Dichos hongos son invasores oportunistas cuya característica principal es su rápido crecimiento. Además, tienen una gran capacidad para asimilar una amplia gama de sustratos.

Es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito. Entre las especies más destacadas están (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum*). El éxito de las cepas de (*Trichoderma*) como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos Fito patógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo. Siendo está muy útil en el control de la sigatoka negra del plátano ya que es un enemigo natural de la misma (Anónimo, 2018).

5.13.3 Taxonomía de (*trichoderma*).

Reino: plantae

División: mycota

Clase: sordariomycetes

Orden: hipocreales

Familia: hypocreaceae

Género: trichoderma

(Martínez *et al*, 2015)

Habitad

Se encuentra en suelos abundante en materia orgánica es aeróbico y puede estar en los suelos con pH neutro asta ácidos, su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas a las cuales colonizas rápidamente habitando también en troncos caídos y estiércol (Cárdenas, 2010).

Ventajas

Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora el rendimiento en condiciones de estrés climáticos.

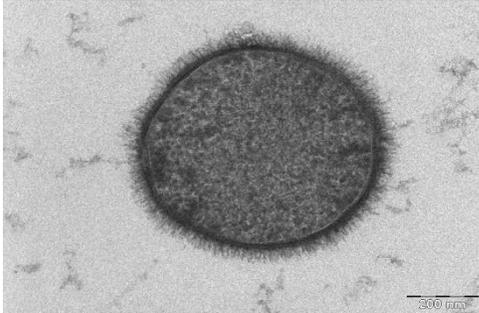
No requiere equipamiento especial para su aplicación.

Disminuye y en caso elimina la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reducen los costos y reduciendo el uso de fertilizante pues las plantas tienen más raíces y las utilizan mejor.

5.13.4 Generalidades (*Bacillus subtilis*)

La (*Bacillus subtilis*) es una bacteria catalasa positiva que se encuentra ampliamente distribuida por todo el globo terráqueo. Constituye uno de los especímenes del género (*Bacillus*) más estudiado.

Generalmente, cuando las personas escuchan hablar de bacterias, se imaginan agentes patógenos causantes de enfermedades. Sin embargo, no siempre estos microorganismos acarrearán daños a su huésped. Algunas bacterias son capaces de generar beneficios, no sólo al hombre sino al entorno ambiental (Pamela & Zúñiga, 2010).



5.13.5 Taxonomía de (*Bacillus subtilis*).

Dominio: Bacteria

Filo: firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

5.13.6 Características

Son bacterias Gram positivas, familia (*Bacillaceae*).

Aerobio y anaerobio facultativo.

Esporulado: las esporas son centrales, forma elipsoide y al formarse en el interior de la célula dan lugar al hinchamiento de esta.

Crecen entre los 10 - 48°, la temperatura óptima es entre 28 - 35°.

Generalmente son móviles con flagelos peritricos.

Poseen antígenos somáticos y flagelares y de esporas.

Las reacciones serológicas no se usan en su identificación, ya que dan reacciones cruzadas con otros géneros.

Los antígenos de las esporas son termo resistentes al igual que las propias esporas.

pH = 4,9 - 9,3; Aw = 0,93 - 0,954.4.

(Lozada, 2010)

Donde se encuentran

Común mente encontrada en el suelo tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora permitiéndole tolerar condiciones climáticas extremas.

5.14 Cosecha

Desmane del racimo floral

Tiene el propósito de eliminar aquellos dedos que no alcanzarán un tamaño comercial. Esta práctica estimula el desarrollo de las frutas que permanecen en el racimo. El desmane se realiza una vez que todos los cojines florales fecundados (provenientes de las flores hermafroditas), se hayan expuesto y a partir de los cuales se formaran las "manos". En el caso de racimos con más de siete manos, se elimina la flor y las dos últimas manos, teniendo el cuidado de dejar el tallo floral (pizote) para prevenir pudriciones. Cuando el racimo contenga seis o menos manos, se eliminará sólo una de ellas (Marcelino, 2004).

Encintado de los racimos

El objetivo de encintado de los racimos es programar las fechas y/o semanas de corte o cosecha, controlar la edad, el largo y grado (grosor) de las frutas. Para ello, se utilizan cintas plásticas de variados colores. Cada semana y a partir de la exposición de las manos verdaderas (momento de embolse y el desmane), en cada racimo se colocan una cinta plástica del mismo color, que determinará anticipadamente, su período y momento de cosecha.

Cada semana se debe cambiar el color de la cinta. En la primera semana del ciclo de llenado de las frutas (fase productiva del cultivo); entonces, se reinicia el ciclo de encintado. Para incrementar la eficiencia en los trabajadores y bajar costos, se puede aprovechar la cinta de color, en una de tres opciones: para sujetar la bolsa protectora al pizote del racimo, en uno de sus bordes inferiores (evitando la exposición del racimo y permitiendo la circulación del aire) o cerrando completamente su boca (en bolsa con agujeros de ventilación) para impedir que el viento la levante y no cumpla con su función.

(Marcelino, 2004).

Durante la realización de la recolección, hay que evitar daño en las plantas vecinas, a los hijos de las plantas que se están cosechando y dañar la apariencia del racimo. En ocasiones habrá que cortar todas las hojas de la planta a cosechar mediante el empleo de una chuza, para evitar que

las mismas causen daños a las plantas vecinas. Para ello, se recomienda el empleo de la chuza (lanceta de hierro en forma de "U" cerrada, instalada al extremo de una vara larga) y un machete bien afilados. El procedimiento para realizar una adecuada cosecha es el siguiente: ▪ Mediante el empleo con la chuza se hace un corte en forma de "V" en el seudo tallo, a una altura muy superior al hijo más desarrollado de la cepa que por la altura del corte evitará que el racimo golpee contra el suelo, al doblarse el seudotallo. ▪ Con la chuza, se jala la parte superior del tallo que porta el racimo, hasta que se doble completamente en el lugar del corte. • Con el machete se corta el racimo en la parte superior del raquis (pizote), a la altura de la cicatriz que deja la hoja pequeña que cubre al racimo (placenta). ▪ En la estación seca, la parte superior del tallo cosechado, se corta en forma de "7" (para evitar que se deseque muy rápido) y en la estación lluviosa, se recomienda un corte en forma de "1", para favorecer la rápida pudrición de los restos vegetales sobrantes de la cosecha (Borja *et al*, 2018).

- Los residuos de la cosecha se repican para acelerar su descomposición y se acomodan de tal forma que no entorpezcan otras labores culturales.
- Los racimos cosechados se colocan en un sitio sombreado uno al lado del otro, sin formar estibas y se tapan si es posible con las hojas de los tallos recién cosechados.

Cuando se trata de siembras anuales en altas densidades, la cosecha se realiza semanalmente. En siembras para cosechas continuas, se realiza en ciclos de 15 a 20 días, dependiendo de las condiciones del cultivo y desarrollo de los racimos. Bajo este último sistema de siembra, cuando se adelanta mucho la cosecha, se altera la secuencia generacional normal de producción, llegando en ocasiones, a transcurrir uno o más meses sin cortar un sólo racimo. (Belalcazar, 1991).

5.15 Manejo Post cosecha

Una vez que el racimo es separado de la planta, se da inicio a la etapa de post-cosecha y se deben extremar las medidas para evitar que la fruta cosechada sufra daños que mermen su calidad y afecte la venta de la fruta en el mercado. El manejo que reciba la fruta cosechada, desde el momento del corte hasta que sea sacada del campo, debe ser el más adecuado, sin diferenciar si el destino es el mercado nacional o el de exportación. Inmediatamente después del corte del racimo, se presiona contra el suelo el área del raquis donde se realizó el corte, con el propósito

de que se impregne de tierra y se suspenda la emanación de savia (látex), evitando así que los plátanos se manchen.

Los racimos cosechados se colocan sobre el suelo, sobre un tapete de hojas de las plantas cosechadas o cualquier otro tipo de material que impida el contacto directo entre éstos y el suelo. Debe evitarse en lo posible que las estibas y los racimos queden expuestos al sol. Estos se cubren con hojas de plátano, para evitar quemaduras por efecto de los rayos solares. Lo más apropiado es transportarlos directamente hacia un centro de acopio o empacadora donde se seleccionarán y prepararán para la comercialización en el mercado nacional o de exportación.

(Marcelino, 2004).

Lo ideal es contar con una empacadora artesanal dentro de las fincas en las cuales, previa selección (se descartan los plátanos muy cortos, con rajaduras, pudriciones, pasados de madurez o con cualquier otro daño significativo), se empaqueta la fruta en cajas de cartón de 22.7 kg cuando se incursiona tanto en el mercado nacional como el de exportación. Para el mercado nacional, se pueden utilizar cajas de cartón o de plástico, realizando el empaque en las empacadoras artesanales o en área seleccionada del campo.

Generalmente, el transporte del plátano es a granel mediante la utilización de camiones o vehículos de tipo pick up que en muchas de las ocasiones se combina con el transporte de otros productos agrícolas, práctica que va en detrimento de la calidad de la fruta transportada. En estos casos, tanto el piso como los laterales del vehículo son cubiertos con hojas de plátano con el propósito de proteger la fruta contra accidentes y/o golpes; además, la carga se cubre con una lona para proteger la fruta de quemaduras ocasionada por el sol.

(Marcelino, 2004).

5.16 Comercialización

La fruta cosechada puede tener tres destinos: el mercado nacional tipo 1 (sin exigencias específicas de calidad), mercado nacional tipo 2 (con exigencias específicas de calidad) y el mercado de exportación (Marcelino, 2004).

5.16.1 Mercado Nacional

La única exigencia de este mercado es que la fruta no presente rajaduras, quemaduras por el sol y tamaños inferiores a 13 cm. Por lo general, su destino son los mercados de abasto de las provincias centrales y de las ciudades terminales de Panamá y Colón.

La fruta con destino a este mercado, por lo general, posee una longitud mínima de 20 cm y un grosor grado denominado "lleno" (con bordes redondeados). El transporte se realiza en:

Estibas a granel, recibe el mismo manejo que las frutas para el mercado nacional Tipo 1. ▪ Cajas (plásticas, de madera o cartón). Estas cajas no tienen un peso específico y la cantidad de fruta que llevarán dependerá de su capacidad y su característica (IICA, 2004).

En esta modalidad, la fruta es seleccionada en la empacadora, separada en unidades individuales y lavada con agua. En ocasiones al agua se le adiciona sulfato amónico de aluminio (alumbre) para acelerar la cicatrización de los cortes. Posterior a ello, los plátanos seleccionados se colocan en cajas que son estibadas en el vehículo que los llevará a los mercados de abastos y con mayor frecuencia a los supermercados de la ciudad capital.

5.16.2 Mercado de Exportación

Este mercado es exigente en cuanto a la calidad del producto. No se recomienda empacar y exportar frutas que fueron cosechadas de plantas que mantuvieron menos de cinco hojas sanas, puesto que las frutas tienden a madurarse rápidamente durante el viaje hacia el puerto de destino; acarreando problemas legales, demandas y descalificación del productor y exportador. Existen dos tipos de productos para los mercados de exportación:

Plátano Pelado: Para exportar plátano con estas características, el mercado internacional no es exigente puesto que los frutos pelados son empacados y pueden ir cortados o enteros en bolsas plásticas selladas al vacío, con pesos variables entre 22.72 a 34.09 kg.

Plátano con Cáscara: En esta modalidad, el mercado internacional es más exigente en cuanto a las características de la fruta, debido a que la apariencia es fundamental. Se empaca en cajas de cartón, con peso de 22.7 kg (50 lb) hasta un máximo de 60 plátanos con edades de nueve a once semanas. (IICA, 2004).

VI. HIPÓTESIS

Hi. El tratamiento con (*bacillus subtilis* y *trichoderma*) presentaran un efecto positivo siendo efectivo contra sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) en el cultivo de plátano.

Ho: El tratamiento con (*bacillus subtilis* y *trichoderma*) no presenta efectividad contra sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) en el cultivo de plátano.

CAPITULO III

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Área de estudio

El ensayo se estableció en la finca Familia Torés, localizada en el municipio de Comalapa-Chontales con las coordenadas geográficas de 12°32'42'' latitud norte y 86°58'48'' de longitud oeste. Familia Torés se encuentra a una altura de 76 msnm, con un clima tropical de sabana, con una temperatura promedio anual de 34 °C y una precipitación anual de entre 800 y 1,500 mm.

Este estudio consistió en la evaluación de cormos tratados con el hongo y la bacteria de (*Trichoderma* spp y *Bacillus subtilis*) en condiciones de campo sobre la reducción de la incidencia natural de sigatoka negra.

7.2. Tipo de estudio

De acuerdo a Piura 2006, el tipo de estudio es experimental. Conforme Canales, Alvarado, Pineda (1996), según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el tipo de estudio es prospectivo y según el periodo y secuencia del estudio es transversal, De acorde a Hernández, Fernández y Baptista (2006), el tipo de estudio es descriptivo y analítico. Todas las referencias anteriormente contempladas en Pedroza, 2012.

7.3. Universo y muestra

Se estableció una cantidad total de 160 cormos de plátano, de las cuales 80 fueron tratadas con el hongo y la bacteria (*trichoderma* y *bacillus subtilis*), y 80 ubicadas como testigo en un área de 1,836 metros cuadrados. El cual se sub divide en 4 sub parcelas de 40 plantas, en donde la muestra a usar es 15 plantas al azar.

Para determinar la efectividad de los cormos de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) en la reducción de la incidencia natural de sigatoka negra en plátano, se estableció este ensayo en condiciones de campo en el periodo comprendido diciembre 2019 - marzo 2020. Donde los cormos fueron tratados con ambos controladores biológicos.

7.4. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con el tratamiento (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) y el testigo con dos repeticiones por tratamiento, teniendo un total de 4 parcelas de

20 m x 12.5 m, con una total de 1,836 m² incluyendo el efecto de borde que es de 4 m. cada parcela se estableció 40 plantas de las cuales se muestrearon 15 plantas al azar.

7.4.1. Modelo estadístico

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = es el i ésimo elemento perteneciente al i ésimo tratamiento

μ = es la media general

T_i = efecto debido al i ésimo tratamiento

e_{ij} = error experimental asociado al j ésimo elemento del i ésimo tratamiento

7.4.2. Tratamientos a evaluar

Variable independiente:

Tratamiento: Plátano (*Musa paradisiaca*) + (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*)

Testigo: Plátano (*Musa paradisiaca*)

Variables a evaluar

Variable Dependiente: efectividad

Variables a medir:

-Porcentaje incidencia de Sigatoka negra.

-Porcentaje de severidad de Sigatoka negra.

7.5. Procedimiento para el montaje del experimento

Se estableció una cantidad de 160 cormos de plátanos en una parcela de 1,836 metros cuadrados la cual se subdividió en cuatro sub parcelas teniendo un área de 20 m x 12.5 m.

La toma de datos para incidencia de Sigatoka negra, se realizó cada 15 días después, que se realice el arreglo de las parcelas experimentales. Muestreando 15 plantas en cada sub parcela, se tomó en consideración como plantas enfermas todas aquellas que presenten los síntomas

característicos de Sigatoka negra. Para obtener el porcentaje de incidencia de la enfermedad se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

El manejo agronómico de las parcelas lo realice personalmente, así como las distancias de siembra y población total por hectárea. Las parcelas experimentales fueron seleccionadas tomando en cuenta algunas características que puedan indicar algún grado de uniformidad, como edad de la plantación, tipo de manejo de plagas, uniformidad de la planta en cuanto a altura, grosor y número de hojas.

Para determinar la severidad se utilizó el método y la escala Stover, (1971) modificada por Gauhl (1990). El método consiste en la cuantificación del estado de desarrollo de la enfermedad según los síntomas presentados en la planta afectada (tipo y número de lesiones, número de hojas afectadas, porcentaje de área foliar afectada y hoja más joven infectada) a través de una estimación del área foliar enferma; para cada hoja se calcula el porcentaje de daño según la escala que se presenta en el cuadro 1. Primeramente, se enumeran de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo las hojas de cada planta de cada uno de los tratamientos; el número 1 corresponde a la hoja más cercana de la hoja cigarro, es decir la primera hoja completamente expandida. La hoja número 2 a la segunda hoja expandida y así sucesivamente hasta llegar a la hoja más cercana a la base de la planta. La información de cada hoja se obtendrá según los grados de la escala, con este dato se obtendrá el número de hojas por planta (H/P). Posteriormente se realizará el cálculo de la hoja más joven infectada (HMJA); para la determinación de este parámetro se suma el total obtenido en cada planta y se divide entre el número de plantas evaluadas.

Grados de la escala de stover (1971) modificada por Gauhl (1990), para evaluar la incidencia y severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del plátano (*Musa paradisiaca*).

Tabla 1: Descripción de daño de la hoja

Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% de área foliar enferma
3	De 6 al 15% de área foliar enferma
4	De 16 al 33% de área foliar enferma
5	De 34 al 50% de área foliar enferma
6	Más del 50% de área foliar enferma

Preparación y uso de tratamientos

Materiales para la elaboración del tratamiento 1 (*Trichoderma* y *Bacillus*).

Los cormos aplicados el hongo y la bacteria de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*), que se utilizaron en esta investigación son propias de la colección de cepario del Laboratorio de control biológico de la Universidad Nacional Agraria en donde fueron compradas.

Técnicas o instrumento de recolección de datos

Como estudio previo se realizó un diagnóstico de la presencia de Sigatoka negra en campo, para ello se recolectó muestras foliares de plátano, que presenten los síntomas característicos de la enfermedad, el instrumento utilizado fue la ficha de recolección de datos.

Análisis estadístico

Las variables, porcentaje de incidencia de Sigatoka negra, porcentaje de severidad de sigatoka negra. Serán analizadas mediante análisis de varianza no paramétrica Kruskal Willis (α : 0.05). Para el análisis estadístico se utilizó el InfoStat/L Statistical software 12 versión 2012.

CAPITULO IV

VIII. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Porcentaje de incidencia de sigatoka negra

En cuanto a la investigación que corresponde a este trabajo. Los datos se recolectaron cada quince días los cuales se realizaron siete en un lapso de muestreo de 105 días. en donde para dar inicio a la recolección de datos fue cuando la plantación empezó a dar sintamos y características de la incidencia natural de sigatoka negra (*Mycosphaarella fijiensis*).

Para determinar la incidencia de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), bajo condiciones de campo usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*). Se procedió con el primer muestreo de las plantas en estudios obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 2: Porcentaje de incidencia del muestreo 1

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	1	7
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	3.33333333	23.33333333

En el primer muestreo se evaluaron 30 plantas al azar resultaron un total de 7 plantas enfermas lo cual dió un resultado de 23.33 % del tratamiento testigo, sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron de 1 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 3.33 % de incidencia de la enfermedad sigatoka. El uso de *Trichoderma* como agente de biocontrol representa una alternativa viable a ser evaluada, dadas sus características de ser eficaz contra Fito patógenos foliares y del suelo en algunos cultivos. Así mismo, se requiere detectar la presencia y diversidad de cepas nativas, con el propósito de evaluarlas como agentes potenciales de control biológico (*Papavizas* 1985, citado por *Ezziyyani* 2004).

Tabla 3: *Porcentaje de incidencia del muestreo 2*

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	3	10
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	10	33.3333333

En el segundo muestreo se evaluaron 30 plantas al azar resultaron un total de 10 plantas enfermas lo cual da un resultado de 33.33 % del tratamiento testigo como lo muestra la tabla N° 3 sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 3 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 10 % de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Tabla 4: *Porcentaje de incidencia del muestreo 3*

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	4	11
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	13.3333333	36.6666666

Al evaluar 30 plantas al azar resultaron un total de 11 plantas enfermas lo cual da un resultado de 36.666666 % del tratamiento testigo como lo muestra la tabla N° 4, sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 4 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 13.333333 % de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Tabla 5: *Porcentaje de incidencia del muestreo 4*

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	7	13
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	23.333333	43.333333

En este muestreo se evaluaron 30 plantas al azar resultando un total de 13 plantas enfermas lo cual generó un resultado de 43.333333 % del tratamiento testigo como lo muestra la tabla ..., sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 7 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 23.333333% de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Tabla 6: *Porcentaje de incidencia del muestreo 5*

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	8	14
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	26.666666	46.666666

En la tabla N° 6 muestra el resultado del quinto muestro con un total de 14 plantas enfermas de las 30 plantas evaluadas lo cual dio un resultado de 46.666666 % del tratamiento testigo, sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 8 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 26.666666% de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Tabla 7: *Porcentaje de incidencia del muestreo 6*

	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	11	16
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	36.666666	53.333333

En el sexto muestreo de 30 plantas evaluadas al azar resultaron 16 plantas enfermas lo cual el resultado fue de 53.333333 % del tratamiento testigo como lo muestra la tabla., sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 11 sobre 30 obteniendo un 36.666666% de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Tabla 8: *Porcentaje de incidencia del muestreo 7*

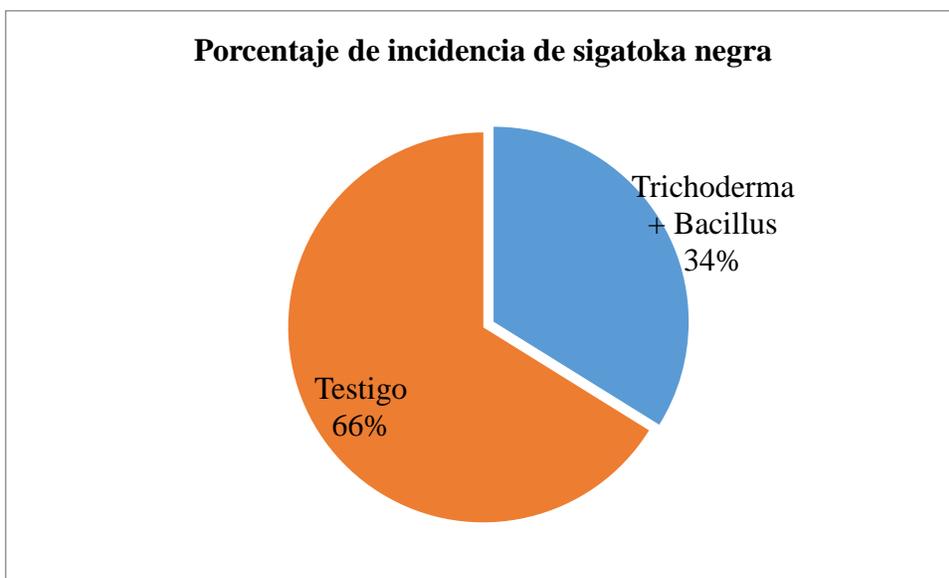
	Tratamiento	Testigo
Plantas enfermas	11	17
Plantas evaluadas	30	30
% de incidencia	36.666666	56.666666

En la tabla N° 7 se muestra los resultados un total de 17 plantas enfermas lo cual da un resultado de 56.666666 % del tratamiento testigo, sin embargo, las plantas evaluadas con tratamientos a base de (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) las plantas enfermas fueron 11 sobre 30 que se evaluaron obteniendo un 36.666666% de incidencia de la enfermedad sigatoka.

Al igual que la investigación realizada por José Esteban Culebro López en la Universidad de Coatepeque, Guatemala en el 2018 que a partir de la quinta semana se comenzó a notar diferencia significativa entre los tratamientos, así mismo en esta investigación a partir del cuarto muestreo inicio a mostrar diferencia significativa en el % de severidad los tratamientos (*Bacillus subtilis* y *Trichoderma*). En donde al realizar una media general indica que la incidencia natural se reduce en un 32%.

Comparaciones de medias en el porcentaje de incidencia de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet)

Gráfico 1: *Media general del porcentaje de incidencia de sigatoka negra*



En este gráfico se observa los resultados de la media general del porcentaje de incidencia en donde el tratamiento (*Bacillus subtilis* y *Trichoderma*) mostro mejor resultado lo que indica que reduce hasta en un 34% la incidencia natural de sigatoka negra.

En cuanto a la evaluación realizada por José Esteban Culebro López en la Universidad de Coatepeque, Guatemala en el 2018 de productos orgánicos alternativos para el control de sigatoka en banano, la incidencia natural de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) apareció durante las primeras once semanas, en donde para las variables incidencia y severidad de la enfermedad se tomó el dato durante 11 semanas luego de aplicados los productos fungistáticos en donde para la semana cuatro los datos ya mostraron características diversas de incidencia de la enfermedad, sin embargo el análisis reporto que no había diferencias significativas aun así los #1 y #2 (*Bacillus Subtilis*, *M. alternifolia*) fueron los que presentaron la incidencia mínima. El análisis para la semana # 5 si reportó diferencia significativa entre los tratamientos siendo el (*B. subtilis*) el que reporto una incidencia más baja, indicando relativo de mayor efecto este tratamiento. Considerando los datos recolectados, estos indican que el efecto de los productos orgánicos es efectivo hasta un determinado tiempo por lo tanto lo recomendable será repetir la aplicación de los tratamientos, para mantener los niveles bajos de la incidencia y severidad de esta enfermedad (Culebro, 2018).

Porcentaje de severidad

En cuanto a la investigación que corresponde a este trabajo. Los datos se recolectaron cada quince días los cuales se realizaron siete muestreos en un lapso de 105 días en donde para dar inicio a la recolección de datos fue cuando la plantación empezó a dar sintomas y características de la incidencia natural de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

En la identificación del grado de afectación (% de severidad) de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet), usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*) se obtuvieron los siguientes resultados del porcentaje de severidad de la sigatoka negra.

Primer muestreo

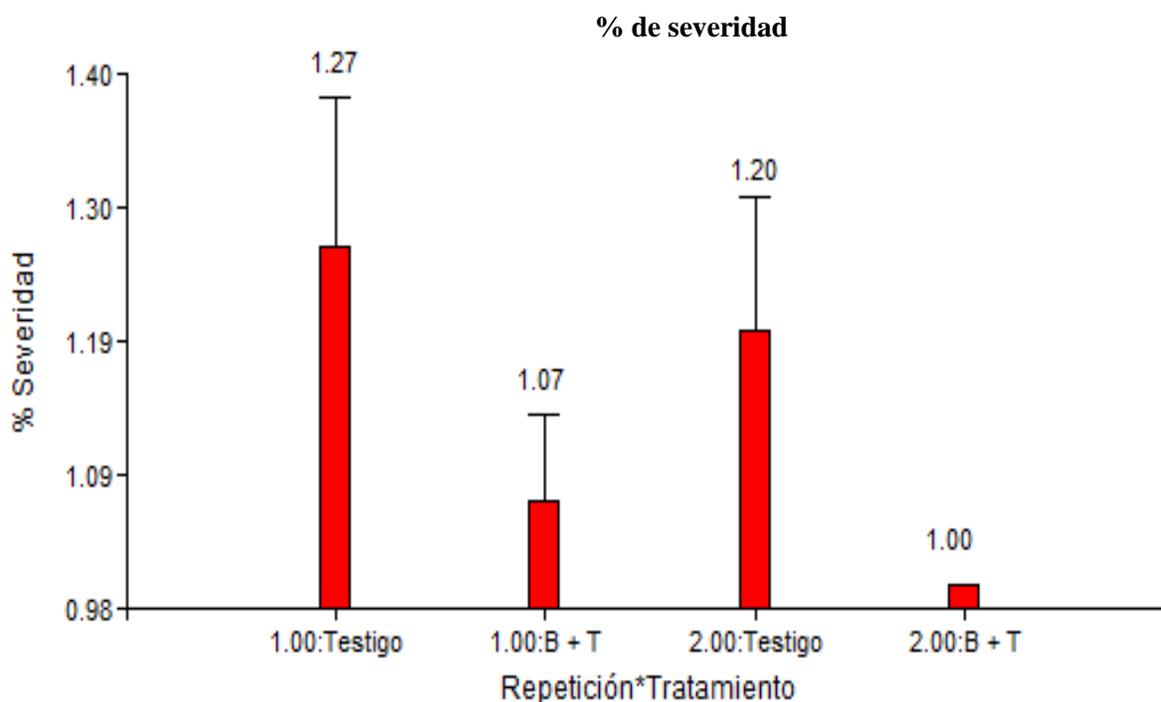
Tabla 9: Análisis del porcentaje de severidad del primer muestreo

Variable	repeticion	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
% de severidad	1.00	B+T	15	1.07	0.26	1.00	1.97	0.1286
% de severidad	1.00	testigo	15	1.27	0.46	1.00		
% de severidad	2.00	B+T	15	1.00	0.00	1.00		
% de severidad	2.00	testigo	15	1.20	0.41	1.00		

En el primer muestreo se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.1286 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

En la búsqueda de nuevas alternativas para el control de la Sigatoka negra, se tienen algunas aproximaciones en el control biológico, tendiente a reducir el inóculo de la enfermedad, utilizando microorganismos, que en buena medida actuarían como antagonistas o en competencia contra *M. fijiensis* (Patiño et al. 2006; Guzmán 2006; Talavera et al. 1998; Gutiérrez 1996; González et al. 1996).

Gráfico 2: Porcentaje de severidad del primer muestreo



Durante el primer muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 11. La gráfica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

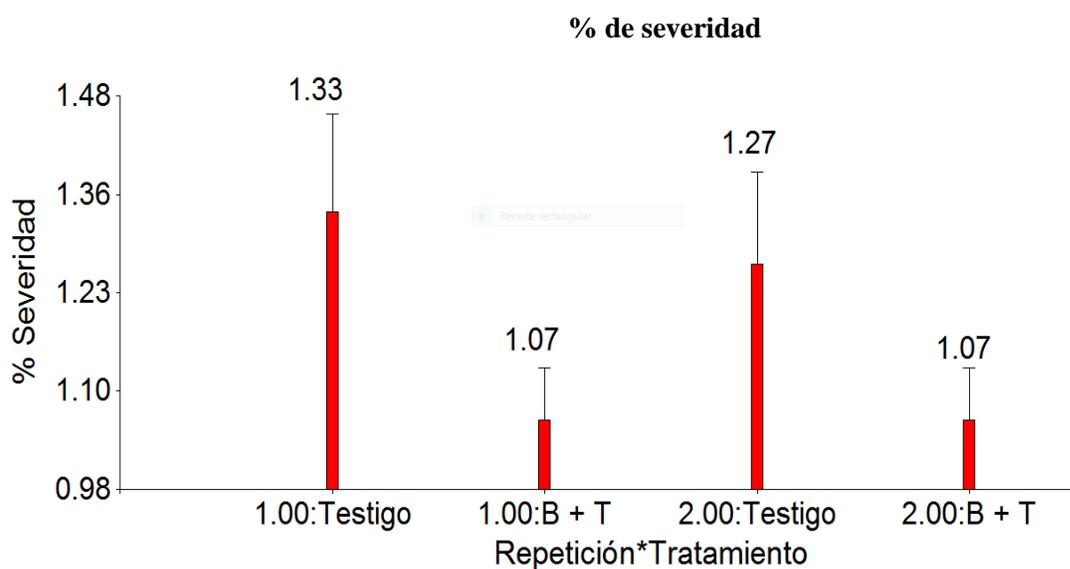
Segundo muestreo

Tabla 10: *Análisis del porcentaje de severidad del segundo muestreo.*

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1.00	1.00	B + T	15	1.07	0.26	1.00	2.51	0.1338
Severidad 1.00	1.00	Testigo	15	1.33	0.49	1.00		
Severidad 2.00	2.00	B + T	15	1.07	0.26	1.00		
Severidad 2.00	2.00	Testigo	15	1.27	0.46	1.00		

En el segundo muestreo se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.1338 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

Gráfico 3: *Porcentaje de severidad del segundo muestreo*



Durante el segundo muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 12. La grafica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

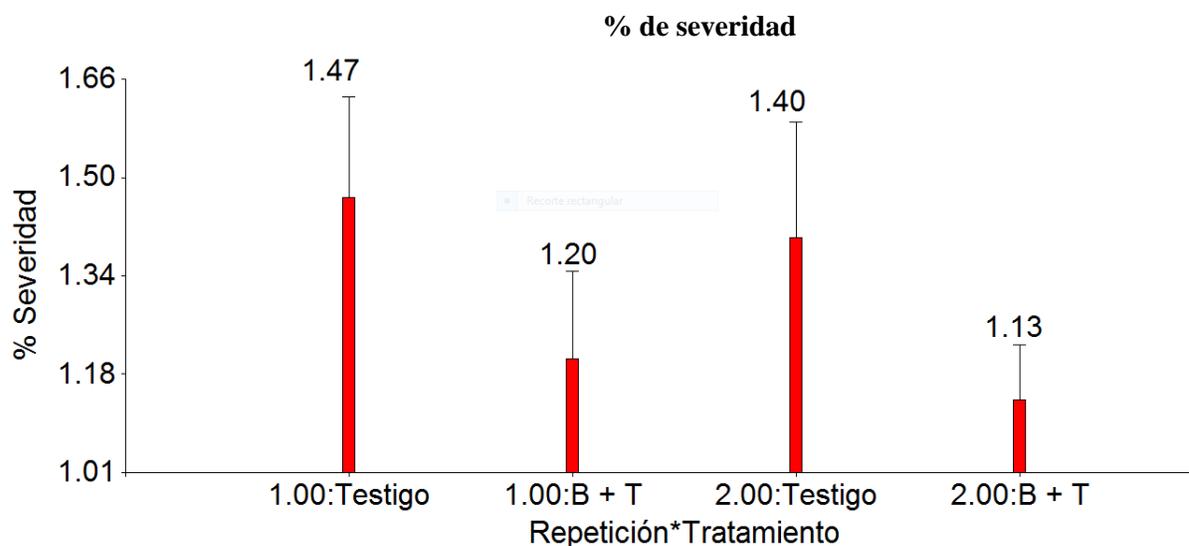
Tercer muestreo

Tabla 11: *Análisis del porcentaje de severidad del tercer muestreo.*

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1	1	B + T	15	1.20	0.56	1.00	2.08	0.2821
Severidad 1	1	Testigo	15	1.47	0.64	1.00		
Severidad 2	2	B + T	15	1.13	0.35	1.00		
Severidad 2	2	Testigo	15	1.40	0.74	1.00		

En el tercer muestreo no se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.2821 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es menor que de 0.05 no existe diferencia significativa.

Gráfico 4: *Porcentaje de severidad del tercer muestreo*



Durante el tercer muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 13. La grafica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

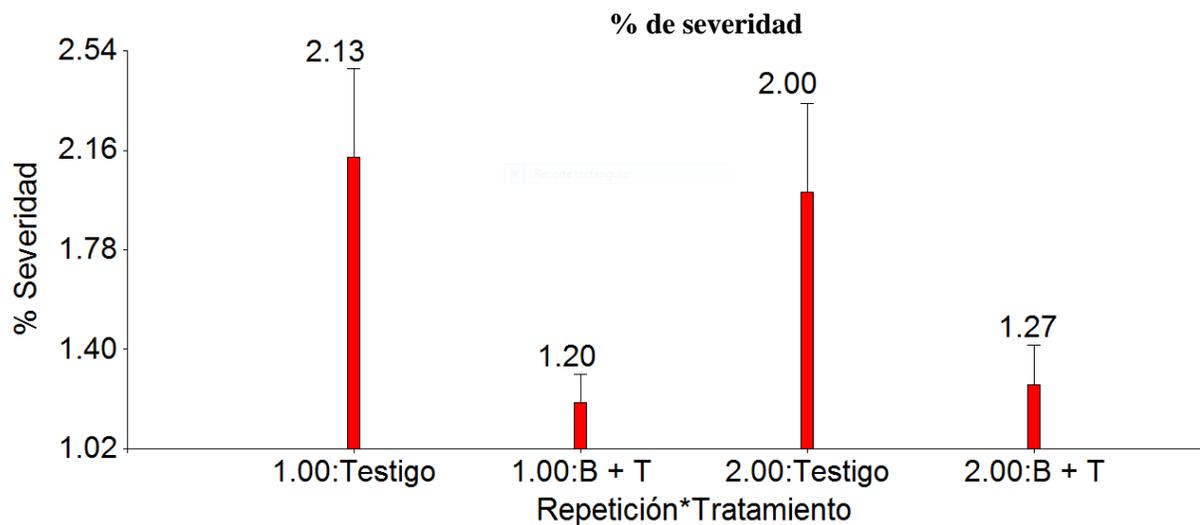
Cuarto muestreo

Tabla 12: Análisis del porcentaje de severidad del cuarto muestreo.

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1	1	B + T	15	1.20	0.41	1.00	4.41	0.0889
Severidad 1	1	Testigo	15	2.13	1.30	1.00		
Severidad 2	2	B + T	15	1.27	0.59	1.00		
Severidad 2	2	Testigo	15	2.00	1.31	1.00		

En el muestreo número cuatro se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.0889 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

Gráfico 5: Porcentaje de severidad del cuarto muestreo



Durante el Cuarto muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 14. La gráfica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

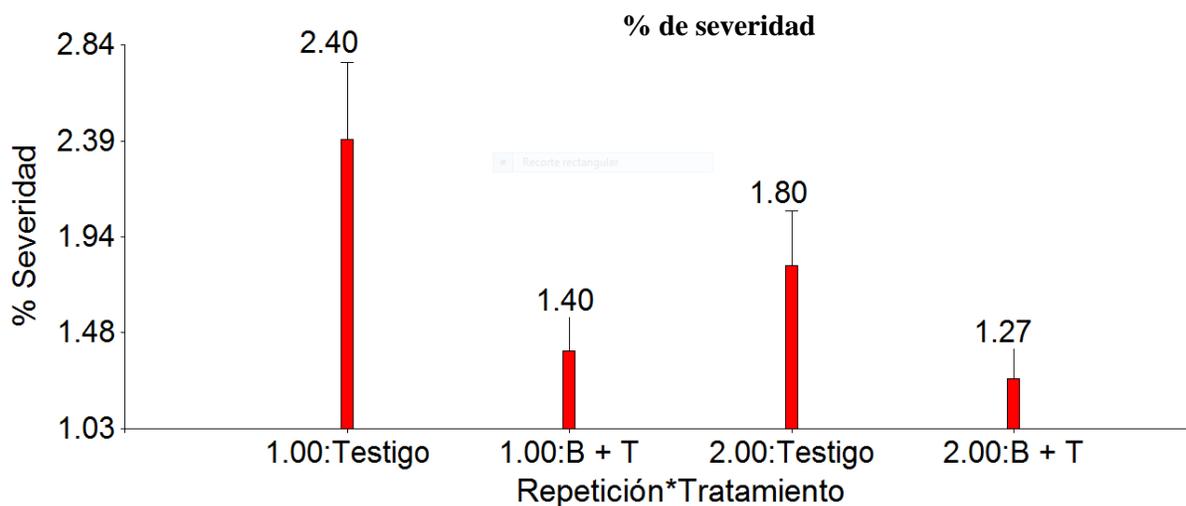
Quinto muestreo

Tabla 13: Análisis del porcentaje de severidad del quinto muestreo

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1	1	B + T	15	1.40	0.63	1.00	5.43	0.0615
Severidad 1	1	Testigo	15	2.40	1.40	3.00		
Severidad 2	2	B + T	15	1.27	0.59	1.00		
Severidad 2	2	Testigo	15	1.80	1.01	1.00		

Mediante el quinto muestreo se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.0615 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal Wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

Gráfico 6: Porcentaje de severidad del quinto muestreo



Durante el quinto muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 15. La gráfica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

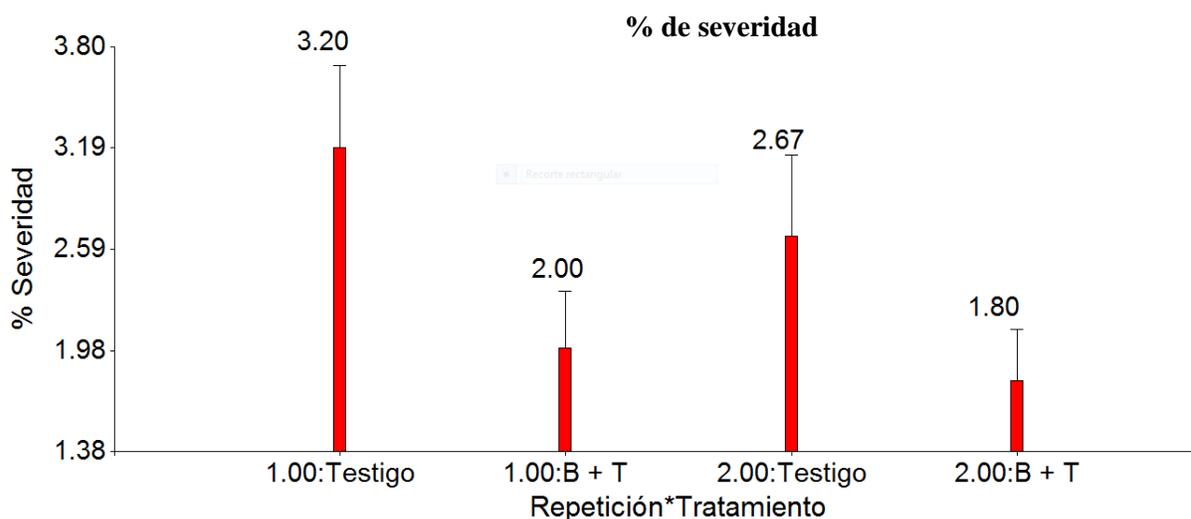
Sexto muestreo

Tabla 14: Análisis del porcentaje de severidad del sexto muestreo.

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1	1	B + T	15	2.00	1.31	1.00	5.52	0.0815
Severidad 1	1	Testigo	15	3.20	1.90	4.00		
Severidad 2	2	B + T	15	1.80	1.21	1.00		
Severidad 2	2	Testigo	15	2.67	1.88	1.00		

Durante el sexto muestreo se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.0815 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

Gráfico 7: Porcentaje de severidad del sexto muestreo



Durante el sexto muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 16. La gráfica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

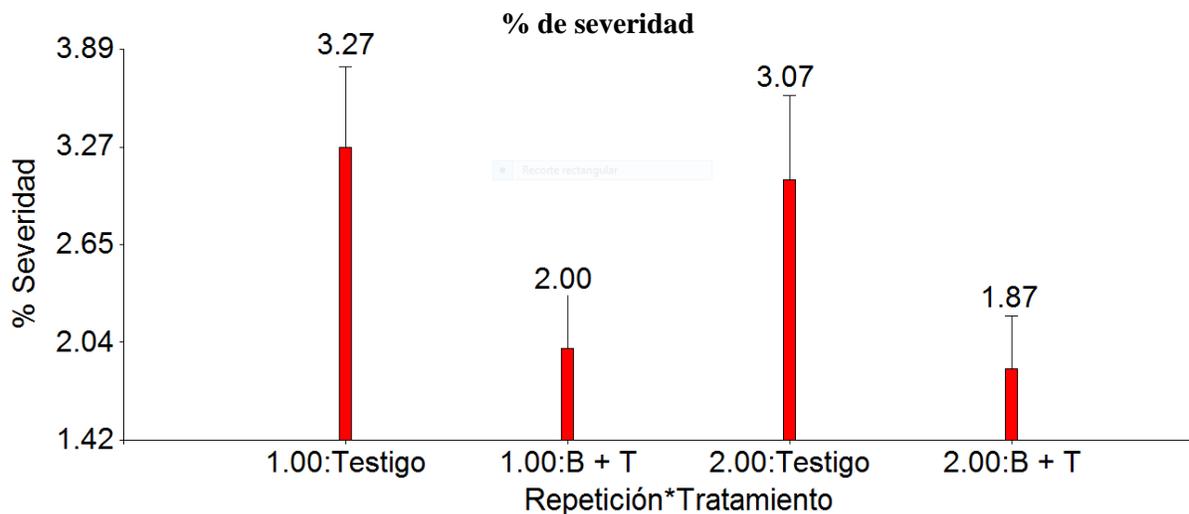
Séptimo muestreo

Tabla 15: Análisis del porcentaje de severidad del séptimo muestreo.

Variable	Repetición	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Severidad 1	1	B + T	15	2.00	1.31	1.00	6.32	0.0563
Severidad 1	1	Testigo	15	3.27	1.98	4.00		
Severidad 2	2	B + T	15	1.87	1.30	1.00		
Severidad 2	2	Testigo	15	3.07	2.05	4.00		

En el séptimo muestreo se muestra una diferencia significativa debido que se obtuvo un resultado de 0.0563 en el P de valor en donde el modelo estadístico según kruskal wallis indica que si el P de valor es mayor que de 0.05 existe diferencia significativa.

Gráfico 8: Porcentaje de severidad del séptimo muestreo



Durante el séptimo muestreo se evaluaron las mismas plantas que presentaron características de la enfermedad sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) durante la valoración de porcentaje de incidencia donde el grado de severidad se muestra en el anexo 17. La gráfica representa el grado de afectación de cada repetición de los tratamientos.

Al igual que la investigación realizada por José Esteban Culebro López en la Universidad de Coatepeque, Guatemala en el 2018 que a partir de la quinta semana se comenzó a notar diferencia significativa entre los tratamientos, así mismo en esta investigación a partir del cuarto muestreo inicio a mostrar diferencia significativa en el % de severidad los tratamientos (*Bacillus subtilis* y *trichoderma*).

Relación costo beneficio

Tabla 16: *Materia prima*

Materia prima	U/m	cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Cormos tratados	unidad	80	60.00	4,800.00
Cormos testigos	unidad	80	15.00	1,200.00
Fertilizante foliar	kg	1	600.00	600.00
Abono	quintal	1	900.00	900.00
				C\$ 7,500.00

Tabla 17: *Costo - beneficio*

Relación costo - beneficio				
Concepto	U/M	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Cormos tratados	Unidad	80	60.00	4,800.00
Fertilizante foliar	Kg	1	600	600.00
Abono	qq	1	900.00	900.00
Cosecha plátano	Unidad	3200	3.00	9,600.00
Beneficio				C\$ 3,300.00
Cormos testigos	Unidad	80	15.00	1,200.00
Fertilizante foliar	Kg	1	600	600.00
Abono	qq	1	900.00	900.00
Cosecha plátano	Unidad	2800	3.00	8,400.00
Beneficio				C\$ 5,700.00

De acuerdo al estudio realizado la relación beneficio costo de los tratamientos indica que en el testigo se realizó una inversión de 2,700C\$ en donde al realizar la venta se alcanzó la cantidad de 9,300 C\$ obteniendo un beneficio de 5,200C\$; en cuanto el tratamiento (*Trichoderma* y *Bacillus subtilis*) se invirtió 6,300C\$ obteniendo la cantidad de 9,600C\$ por venta del producto con un beneficio de 3,300C\$ lo cual indica que con el testigo se obtuvo mejor beneficio por lo cual se cree que se debe a la aparición tardía de la enfermedad ya que los signos de la enfermedad aparecieron durante la formación de racimos por tanto no afectó la producción quizás si la aparición de la enfermedad hubiese sido antes los resultados cambiarían ya que cuando esta enfermedad se vuelve severa los daños son irreversibles.

CAPITULO V

IX. CONCLUSIONES

En el presente estudio se evaluaron alternativas biológicas a base de (*Trichoderma*) y (*Bacillus subtilis*), para disminuir la incidencia de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*), en el cultivo de plátano variedad cuerno alto.

Al realizar el muestreo para determinar la incidencia natural de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*), bajo condiciones de campo usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*) más el testigo se tomaron como enferma todas aquellas plantas que presentaron síntomas o características descriptivas a la enfermedad obteniendo el resultado de incidencia en el testigo de un 33% mayor al del tratamiento.

Para identificar el grado de afectación o severidad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*), usando cormos tratados con hongo (*Trichoderma*) y la bacteria (*Bacillus subtilis*) más el testigo se realizó un análisis descriptivo en campo en donde el testigo mostró mayor grado de afectación con un 20% superior al tratamiento con el hongo y la bacteria.

La relación beneficio costo fue mejor en el testigo de C\$ 5, 700 y para el tratamiento de C\$ 3,300; obteniendo una ganancia mayor de C\$ 2, 400, debido a que el costo de los cormos es menor que el del tratamiento.

X. RECOMENDACIONES

Utilizar (*Trichoderma*) y (*Bacillus subtilis*) en el uso efectivo y eficiente del control biológico de la sigatoka negra en condiciones de campo a gran escala.

Que las universidades e instituciones afines al sector agrícola realicen estudios, trabajos con alternativas biológicas en el cultivo de plátano en el municipio de Comalapa Chontales.

Hacer uso de la agroecología para reducir la incidencia natural de esta enfermedad en el cultivo de plátano.

Que los productores se dediquen a la siembra de plátano a pequeña escala, ya que es rentable.

XI. BIBLIOGRÁFICA

- Amador, C., & Castillo, J. (Junio de 2014). Selección de plantas superiores de banano Gros Michel (AAA) en asocio caféárboles. Matagalpa, Nicaragua. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de <https://repositorio.unan.edu.ni/6991/6525.pdf>
- Anonimo. (2014). Establecimiento, manejo y cosecha de platano cuerno enano. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de <https://cutt.ly/5e4Wj8j>
- Anónimo. (2018). Algunos de los efectos benéficos de Trichodermas en las plantas. Porteccción y nutrición vegetal. Recuperado el 07 de Diciembre de 2019, de <https://cutt.ly/Ve7EIVl>
- Agrios, G. N. 2009. Fitopatología, 2ª Ed. Limusa, México. pp. 273 – 530.
- Blanco B, F; Carcache V, M. 2007. Análisis multisectorial para identificar brechas tecnológicas y retos para el desarrollo del sector musáceas en Nicaragua. Informe final. Managua, NI. 92 p.
- Baca, S; Rivera, R. (2016). Comportamiento agronómico del plátano (*Musa paradisiaca* L.) cv. CEMSA ¾ mediante la selección de cormos en base a rendimiento en Potosí, Rivas (2014-2015). (Tesis de graduación). UNA, Managua, Nic. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/3423/1/tnf01b116.pdf>
- Borja, J., N, G., Ramos, Y., & Urrutia, O. (2018). Generalidades del cultivo de platano. CAREPA - ANTIOQUIA. Recuperado el 07 de 12 de 2019, de <https://cutt.ly/le4WRTI>
- Cárdenas, j. (2010). CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA Y PRODUCCIÓN DE *Trichoderma harzianum* Y *Trichoderma viride* EN UN CULTIVO ARTESANAL. Bogotá, Colombia. Recuperado el 07 de Diciembre de 2019, de <https://cutt.ly/Me7E1re>
- Culebro, J. (Octubre de 2018). Evaluación de productos orgánicos alternativas para el control de Sigatoka Negra del banano; parcelamiento caballo blanco, retalhuleu tesis de grado. México. Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de <http://www.recusosbiblio.url.edu.gt>

- García Palma, M. 2006. Comportamiento agronómico con las prácticas de deshije y sin deshije en plátanos (*Musa spp.*) cultivar cuerno, genotipo (AAB) y el estudio de correlaciones lineales entre caracteres para facilitar la selección temprana de plantas con buen rendimiento. Recuperado de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01g216c.pdf>
- González, R., Bustamente, E., Shannon, P., & Okumoto, S. a. (1996). Evaluación de microorganismos quitinolíticos en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. *Revista Manejo Integrado de Plagas, (CATIE)*,. 12;16. Costa Rica.
- Ezziyyani, M., C, P., Sid, A., & M, C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum L.*). Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia. Murcia, España. Recuperado el 27 de Marzo de 2008, de <http://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Howell, CR. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current. *Concepts. Plant Dis.* no 87: 4-10.
- IICA (El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2004. Cadena Agroalimentaria del plátano. Managua, NI. 57 p.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2004. Ficha del plátano. Managua, NI. 21 p.
- Marín DH, Romero RA, Guzmán M, Sutton T (2003) Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87(3): 208-222.
- Michel A, AC. 2001. Cepas nativas de *Trichoderma spp.*, (Euascomicetes: Hypocreales), su Antibiosis y Mico parasitismo sobre *Fusarium subglutinans* y *F. oxysporum* (Hyphomycetes: Hyphales). Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad de Colima. Tecomán, Colima, México. 162 p.

- Martin C, M; Suarez A, M; Roque, B; Pichardo, T; Castro, R. 2016. Diversidad de cepas bacterianas de la filosfera de Musa spp. con actividad anti fúngica frente a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Biotecnología Vegetal* Vol. 16, No. 1: 53 – 60.
- Belálcazar, S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica No 50. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Armenia, CO. 376 p.
- Belálcazar, S. 1994. Mejoramiento de la Producción del Cultivo del Plátano. Instituto Colombiano Agropecuario. (ICA- CORPOICA). Armenia, CO. 256 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1990. El cultivo del cacao. Guía práctica. Turrialba, CR. 88 p.
- Ferrer, MC y Col. 1976. Adaptación del manual "Pesticida Applicators training Manual" del Servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Cornell, New York. Mayagues, Universidad de Puerto Rico. 84 p.
- FHIA (Fundación Hondureña de Investigación). 1989. Trampeo para picudo negro en plátano. Guía Educativa. 14 p.
- Hadad, O. 1980. Relación de la composición genómica de las musáceas con el grado de atracción de adultos y larvas de *Cosmopolites sordidus* G. FONAIAP. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Maracay, VE. p 429-437.
- Hora, L. (07 de 12 de 2019). El plátano, importancia económica. Recuperado el 7 de 12 de 2019, de <https://cutt.ly/Oe4Wv1>
- INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano). Panamá. 281 p.
- INTA. (2018). Recomendaciones para la producción de plátano en el ciclo productivo 2018. Nicaragua. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de <https://cutt.ly/Ce44g6l>

- Marcelino, LA. 1994. Caracterización de la producción de plátano en la provincia de Chiriquí. Manual Técnico, Panamá. 33p.
- Marcelino, LA. 1996. Sistema de siembras de plátanos en altas densidades. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 12 p.
- Marcelino, LA. 1996. Comparación de dos niveles de manejo con y sin aplicación de fungicidas para el cultivo del plátano AAB. Revista Científica No. 8. IDIAP. p. 159-174.
- Marcelino. (2004). El cultivo de platano. Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo tecnificado de plátano (*Musa paradisiaca* L.). Panamá. Recuperado el 08 de Diciembre de 2019, de <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cultivoplatano1.pdf>
- Rodríguez, M. 1985. Producción de plátanos (*Musa* AAB, ABB). Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza (CATIE). Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica. 73p.
- Ramírez, S. (1996). Manual de producción de plátano para Tabasco y norte de Chiapas. (Vol. Folleto Técnico N° 13). Tabasco, México.
- STOVER, H.R. 1980. Las manchas producidas por las enfermedades de Sigatoka Negra en las hojas de banano y plátanos.
- UPEB. (Unión de Países Exportadores de Banano). 1992. El Plátano (*Musa* AAB, ABB) en América Latina. Panamá. 390 p.
- Belalcázar, S. (1999). El cultivo del plátano: Guía práctica. Manizales, Colombia. Publiartes. 38 p.
- Belalcázar, S., J. A. Valencia y M. I. Arcila (1994). Estudio sobre densidades de población en plátano clon Dominico-Hartón (*Musa* AAB, Simmonds) en Colombia. p. 535-548. En: Miguel A. Contreras, José A. Guzmán, Luís R. Carrasco (Eds.). Memorias ACOBAT X

Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Bananos en el Caribe y en América Tropical (10, 1991, Tabasco, México).

Cayón, G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista Comalfi 19(2):23-21.

Agropecuario 128

Ciencia e interculturalidad, Volumen 21, Año 10, No. 2, Julio-diciembre, 2016.

Lardizábal, R. y H. Gutiérrez (2006). Manual de producción de plátano de alta densidad. USAID-RED. 38 p. (en línea). Consultado el 30 de octubre de 2009. Disponible en <http://www.usaid-red.org/>

Lardizábal, R. (2007). Producción de plátano de alta densidad. La Lima, Cortes. Hn. 38 p.

Marcelino, L. A. Ríos D. González V. (2004). El cultivo de plátano en Panamá. Manual de Recomendaciones Técnicas para el Cultivo Tecnificado de Plátano (*Musa paradisiaca* L.). Pa. 30 p.

Martinez, B., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma*. 30. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de <https://cutt.ly/Se7E6KG>

Mendoza, S. (1993). Diagnóstico agronómico, fitosanitario y económico del cultivo del plátano en diferentes niveles tecnológicos en Rivas. Tesis de (Universidad Nacional Agraria), Managua-Nicaragua, 26p.

Pamela, C., & Zúñiga, D. (2010). Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizósfera de papa (*Solanum tuberosum*). Lima, Perú. Recuperado el 8 de Diciembre de 2019, de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n1/a04v9n1>

Patiño, L., Salazar, L., Collazos, J., Piedrahita, R., & Bustamante, E. (2006). Bacterias liticas y sustratos en la filósfera de banano y plátano para el control de *Sigatoka* negra. En: Memorias XVII Reunión Internacional Acobat. Joinville, SC, Brasil. Bananicultura: un negocio sostenible. Soprano, E; Tcacenco, FA; Lichtemberg, LA; S. 133, 140. Brasil: Epagri estación experimental de Itaji, Sc.

Saltos, W. (2017). Potencial de propagación in vitro de 20 musáceas (Musa AA, AAA, AAAB, AAB, ABB). Los Rios, Ecuador. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de <https://cutt.ly/1e4Ws7P>

Talavera, M., Bustamante, E., & González, R. y. (1998).

Talavera, M., Bustamante, E., & González, R. y. (1998). Selección y evaluación en laboratorio y campo de microorganismo glucanolíticos antagonistas a *Mycosphaerella fijiensis*.

Revista Manejo Integrado de Plagas. (47), 24;30. Costa Rica. Recuperado el Marzo de 2020

VELASQUEZ, V.M. (2003). Análisis del cultivo de plátano en el marco de la apertura comercial. Curso: La apertura comercial y las oportunidades de agro negocios. UNED. San José.

Wagner B, R. M., Mondino, P., Montealegre, A., Jaime, R., & Colmenárez, Y. C. (S,F). Control Biológico de Enfermedades de Plantas en America Latina y el Caribe. P 404. Buenos aires, Argentina. Obtenido de <https://cutt.ly/Ye4QQ0H>

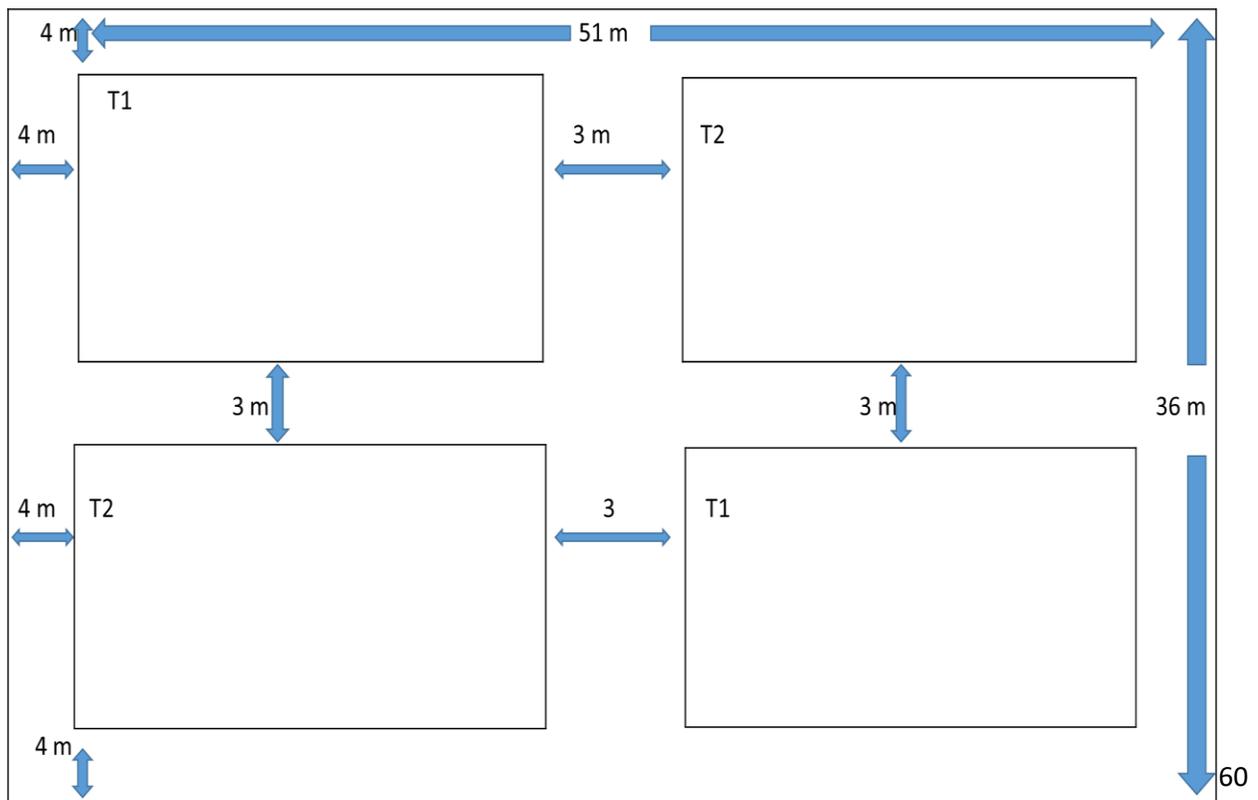
Zuluaga, C., Patiño, L., & Collazos, J. (2007). *INTEGRACIÓN DE INDUCCIÓN DE RESISTENCIA CON BACTERIAS QUITINOLÍTICAS EN EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis Morelet) EN BANANO*. medellin.: Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín. Vol.60,No.2.p.3891-3905.2007. Recuperado el 14 de Diciembre de 2007.

XII. ANEXOS

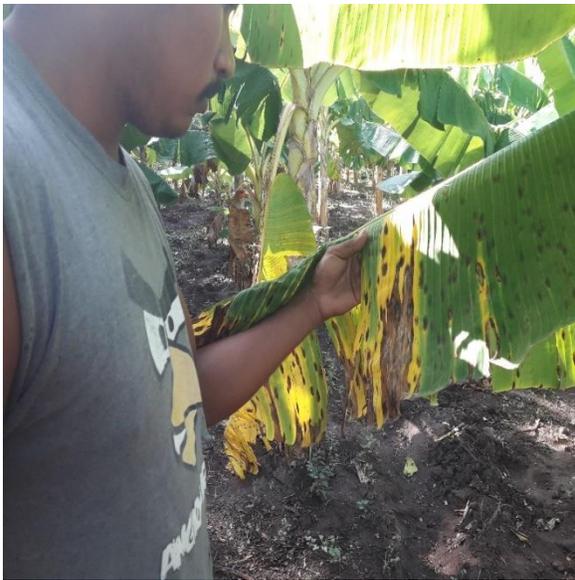
Anexo 1: *Cronograma de actividades*

	Mayo	junio	julio	agosto	sep.	oct	nov.	dic	ene	Feb
Preparación de terreno	x									
siembra	x									
fertilización			x			x				
limpieza		x		x		x		x		x
manejo agronómico			x		x		x		x	
Levantamiento de datos								x	x	x

Anexo 2: *Plano de campo y dimensión del ensayo*



Anexo 3: *Plantación y levantamiento de datos*







Anexo 4: Porcentaje de incidencia del muestreo 1

% incidencia			% incidencia		
Testigo			Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2	plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	sana	enferma	1	sana	sana
2	sana	sana	2	sana	sana
3	Enferma	sana	3	sana	sana
4	sana	sana	4	sana	sana
5	Enferma	sana	5	sana	sana
6	sana	sana	6	sana	sana
7	Enferma	sana	7	sana	sana
8	sana	sana	8	enferma	sana
9	sana	sana	9	sana	sana
10	sana	enferma	10	sana	sana
11	sana	sana	11	sana	sana
12	Enferma	sana	12	sana	sana
13	sana	sana	13	sana	sana
14	sana	sana	14	sana	sana
15	sana	enferma	15	sana	sana

Anexo 5: Porcentaje de incidencia del muestreo 2

% incidencia			% incidencia		
testigo			Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2	plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	enferma	sana	1	sana	sana
2	sana	enferma	2	sana	enferma
3	enferma	sana	3	sana	sana
4	sana	enferma	4	sana	sana
5	enferma	sana	5	enferma	sana
6	sana	enferma	6	sana	sana
7	sana	sana	7	sana	sana
8	sana	enferma	8	sana	sana
9	sana	sana	9	sana	sana
10	enferma	sana	10	sana	sana
11	sana	sana	11	sana	sana
12	sana	sana	12	sana	sana
13	sana	sana	13	sana	sana
14	enferma	enferma	14	sana	sana
15	sana	sana	15	enferma	sana

Anexo 6: Porcentaje de incidencia del muestreo 3

Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	enferma	enferma		1	enferma	sana
2	sana	sana		2	sana	enferma
3	enferma	sana		3	sana	sana
4	sana	enferma		4	sana	sana
5	enferma	sana		5	sana	sana
6	sana	sana		6	sana	sana
7	enferma	sana		7	enferma	sana
8	sana	enferma		8	sana	enferma
9	enferma	sana		9	sana	sana
10	sana	enferma		10	sana	sana
11	sana	sana		11	sana	sana
12	sana	sana		12	sana	sana
13	sana	sana		13	sana	sana
14	enferma	sana		14	sana	sana
15	sana	sana		15	sana	sana

Anexo 7: Porcentaje de incidencia del muestreo 4

% incidencia				% incidencia		
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	sana	enferma		1	enferma	sana
2	sana	enferma		2	sana	sana
3	enferma	enferma		3	sana	sana
4	enferma	sana		4	sana	enferma
5	enferma	sana		5	enferma	enferma
6	sana	sana		6	sana	enferma
7	sana	sana		7	enferma	sana
8	sana	enferma		8	sana	sana
9	enferma	enferma		9	sana	sana
10	enferma	enferma		10	sana	sana
11	enferma	sana		11	sana	sana
12	sana	sana		12	sana	sana
13	sana	sana		13	enferma	sana
14	sana	sana		14	sana	sana
15	enferma	sana		15	sana	sana

Anexo 8: Porcentaje de incidencia del muestreo 5

% incidencia			% incidencia		
testigo			Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2	plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	sana	enferma	1	enferma	enferma
2	enferma	sana	2	sana	sana
3	enferma	sana	3	enferma	sana
4	enferma	sana	4	sana	sana
5	enferma	enferma	5	enferma	enferma
6	sana	enferma	6	sana	sana
7	sana	enferma	7	sana	sana
8	enferma	sana	8	sana	sana
9	sana	sana	9	sana	enferma
10	sana	sana	10	enferma	sana
11	enferma	enferma	11	enferma	sana
12	enferma	enferma	12	sana	sana
13	enferma	sana	13	sana	sana
14	sana	sana	14	sana	sana
15	sana	sana	15	sana	sana

Anexo 9: Porcentaje de incidencia del muestreo 6

% incidencia			% incidencia		
testigo			Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2	plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	enferma	enferma	1	enferma	sana
2	enferma	sana	2	enferma	enferma
3	enferma	sana	3	sana	sana
4	sana	sana	4	sana	enferma
5	enferma	enferma	5	sana	sana
6	enferma	enferma	6	sana	enferma
7	enferma	enferma	7	sana	sana
8	enferma	sana	8	enferma	enferma
9	sana	sana	9	enferma	sana
10	enferma	enferma	10	enferma	sana
11	sana	sana	11	sana	sana
12	enferma	enferma	12	sana	sana
13	sana	sana	13	sana	enferma
14	sana	sana	14	enferma	sana
15	sana	sana	15	sana	sana

Anexo 10: Porcentaje de incidencia del muestreo 7

% incidencia			% incidencia		
testigo			Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2	plantas	muestreo 1	muestreo 2
1		enferma	1		
2	enferma	enferma	2	enferma	enferma
3	Sana		3	enferma	sana
4	enferma		4	sana	sana
5	Sana	enferma	5	enferma	enferma
6	enferma	enferma	6	sana	sana
7	enferma	sana	7	sana	sana
8	enferma	sana	8	enferma	enferma
9	Sana	sana	9	enferma	enferma
10	enferma	enferma	10	sana	sana
11	enferma	sana	11	enferma	enferma
12	sana	enferma	12	sana	sana
13	Sana	enferma	13	sana	sana
14	enferma	sana	14	sana	sana
15	enferma	enferma	15	sana	sana

Anexo 11: Porcentaje de severidad muestreo 1

testigo					
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		muestreo 1	muestreo 2
1		-5%			
2					
3	-5%				
4					
5	-5%				
6					
7	-5%				
8				-5%	
9					
10		-5%			
11					
12	-5%				
13					
14					
15		-5%			

Anexo 12: Porcentaje de severidad muestreo 2

% severidad						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	-5%			1		
2		-5%		2		-5%
3	-5%			3		
4		-5%		4		
5	-5%			5	-5%	
6		-5%		6		
7				7		
8		-5%		8		
9				9		
10	-5%			10		
11				11		
12				12		
13				13		
14	-5%			14		
15				15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de la planta.

Anexo 13: Porcentaje de severidad muestreo 3

% severidad						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	-5%	-5%		1	6-15%	
2				2		-5%
3	-5%	-5%		3		
4		6-15%		4		
5	-5%			5		
6				6		
7	-5%			7	-5%	
8				8		-5%
9	-5%			9		
10		6-15%		10		
11				11		
12				12		
13				13		
14	6-15%			14		
15				15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de la planta.

Anexo 14: Porcentaje de severidad muestreo 4

% severidad						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1		6-15%		1	-5%	
2		16-30%		2		
3	6-15%	6-15%		3		
4	6-15%			4		
5	16-30%			5	-5%	6-15%
6				6		-5%
7				7	-5%	-5%
8		16-30%		8		
9	16-30%	6-15%		9		
10	6-15%	16-30%		10		
11	6-15%			11		
12				12		
13				13		
14				14		
15	16-30%			15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de la planta.

Anexo 15: Porcentaje de severidad del muestreo 5

% severidad						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1		6-15%		1	-5%	6-15%
2	16-30%			2		
3	6-15%			3	-5%	
4	6-15%	6-15%		4		
5	6-15%	6-15%		5	6-15%	-5%
6		6-15%		6		
7				7		
8	16-30%			8		
9				9		-5%
10				10	-5%	
11	16-30%	6-15%		11	-5%	
12	16-30%	6-15%		12		
13	16-30%			13		
14				14		
15				15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de la planta.

Anexo 16: Porcentaje de muestreo de severidad del muestreo 6

% SEVERIDAD						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1	30-50%	30-50%		1	6-15%	
2	16-30%			2	16-30%	16-30%
3	30-50%			3		
4				4		6-15%
5	30-50%	30-50%		5		
6	16-30%	16-30%		6		6-15%
7	16-30%	16-30%		7		
8	30-50%			8	6-15%	6-15%
9				9	16-30%	
10	30-50%	30-50%		10	6-15%	
11				11		
12	30-50%	30-50%		12		
13				13		16-30%
14		16-30%		14	16-30%	
15				15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de la planta

Anexo 17: Porcentaje de severidad del muestreo 7

% severidad						
testigo				Tratamiento		
Plantas	Muestreo 1	muestreo 2		plantas	muestreo 1	muestreo 2
1		16-30%		1		16-30%
2	30-50%	30-50%		2	6-15%	
3				3	16-30%	
4	30-50%			4		16-30%
5		30-50%		5	16-30%	
6	16-30%	30-50%		6		
7	30-50%			7		
8	50%			8	6-15%	6-15%
9				9	16-30%	16-20%
10	16-30%	30-50%		10		
11	30-50%			11	16-30%	6-15%
12		50%		12		
13		16-30%		13		
14	30-50%			14		
15	16-30%	30-50%		15		

Se muestran resultados obtenidos durante la recolección de datos durante el segundo muestreo el % indica el grado de afectación en el área foliar de las plantas.