



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

**FUNGICIDAS COMERCIALES PARA EL CONTROL DE HONGOS
PATÓGENOS CAUSANTES DE LA DESCOMPOSICIÓN DE CORONA EN
EL CULTIVO DE BANANO (*Musa spp*).**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

AUTOR

PEDRO PABLO MARÍN GALARZA

DIRECTOR DE TESIS

ING. FREDDY JAVIER GUEVARA SANTANA MSc

QUEVEDO - ECUADOR

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, PEDRO PABLO MARÍN GALARZA, bajo juramento declaro que el siguiente trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes de este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

PEDRO PABLO MARÍN GALARZA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **PEDRO PABLO MARÍN GALARZA**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada **FUNGICIDAS COMERCIALES PARA EL CONTROL DE HONGOS PATÓGENOS CAUSANTES DE LA DESCOMPOSICIÓN DE CORONA EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa spp*)**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MSc.
DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Presentado al Comité Técnico Académico Administrativo como requisito previo
para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

**FUNGICIDAS COMERCIALES PARA EL CONTROL DE HONGOS
PATÓGENOS CAUSANTES DE LA DESCOMPOSICIÓN DE CORONA EN EL
CULTIVO DE BANANO (Musa spp)**

APROBADA:

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. María del Carmen Samaniego, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO– ECUADOR

2013

AGRADECIMIENTO

El Autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en cuyas aulas me forme en conocimientos y los maestros nos dieron todo de sí para crecer como persona.

Ing. M.Sc. Roque Vivas Moreira, Rector de la UTEQ, por su gestión académica que acertadamente dirige

A la Ingeniera Guadalupe Murillo de Luna, MSc., ex - Directora de la UED por su constancia y dedicación a la formación de los profesionales para el servicio del sector agropecuario del País.

Al Economistas Roger Yela Burgos Director de la UED, y a todos los docentes que colaboraron en mi formación como profesional.

Al Ingeniero Freddy Javier Guevara Santana, MSc. Director de Tesis por su apoyo incondicional en finalizar este trabajo investigativo y su abnegada causa en la formación de profesionales con alto criterio de valores éticos; por su desinteresada y muy valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre, Rosa Galarza Ponce por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos, José Luis, Mariana, Freddy, Jorge y Juan, por haber colaborado conmigo en todo momento.

A mi esposa Roció Macías, a mis hijas en especial a mi hijo Pedro Pablo porque sin su apoyo, colaboración y fortaleza no habría sido posible el poder realizar este difícil trabajo de investigación, que es el esfuerzo y trabajo expuesto en esta tesis haya cumplido al menos en parte vuestros anhelos.

PEDRO PABLO MARÍN GALARZA

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY.....	xiii
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Producción de banano en Ecuador	5
2.2. Postcosecha en banano	5
2.2.1 Fisiología postcosecha	5
2.2.2 Enfermedades y deterioro.....	6
2.3 Pudrición de corona en banano.....	6
2.3.1. Patógenos causantes de la pudrición de corona	7
2.3.2. Tratamientos utilizados en el control de la pudrición de corona en banano.....	10
2.3.2.1. Control convencional.....	10
2.3.2.2. Tratamientos hidrotérmicos	11
2.3.2.3. Remoción de flores y hojas	11
2.3.2.4. Biocontrol	11
2.3.2.5 Uso de ceras	12
2.3.3. Descripción de productos para prevenir pudrición de corona	13

2.3.3.1. Mertec	13
2.3.3.2. Magnate	15
2.3.4. Medidas preventivas para la pudrición de corona.....	16
2.3.4.1. Preparación de la mezcla postcosecha.....	16
2.3.4.2. Equipos de fumigación	17
2.4. Enfermedades causadas por la acción de hongos	18
2.4.1. Sigatoka negra y amarilla	18
2.4.2. Mal de Panamá.....	19
2.5. Enfermedades causadas por la acción de bacterias	19
2.5.1. Hereque	19
2.5.2. Pudrición maloliente del tallo o Erwinia.....	19
2.6. Enfermedades ocasionadas por la acción de virus	19
2.6.1. BSV, CMV y Bunchy top	19
2.7. Control de calidad	20
2.8. Investigaciones realizadas	21
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1. Materiales y métodos	25
3.1.1. Localización y duración del experimento	25
3.1.2. Condiciones meteorológicas.....	26
3.1.3. Materiales y equipos	26
3.1.4. Tratamientos.....	27
3.1.5. Unidades Experimentales	28
3.1.6. Diseño experimental	28
3.1.7. Mediciones experimentales	29
3.1.7.1. Porcentaje de cobertura	29
3.1.7.2. Índice de valoración visual de podredumbre de corona	29
3.1.7.3. Penetración de la pudrición en la corona	29
3.1.7.4. Índice de Maduración	30
3.1.8. Manejo de la Propuesta	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Resultados	32
4.1.1. Porcentaje de Podredumbre de la cobertura de corona	32
4.1.2. Índice de valoración visual de podredumbre de corona.....	33

4.1.3. Penetración pudrición en la corona.....	33
4.1.4. Índice de maduración.....	35
4.2. Discusión.....	37
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1. Conclusiones.....	40
5.2. Recomendaciones.....	41
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....	42
6.1. Literatura Citada.....	43
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	46

LISTA DE CUADROS

1. Condiciones meteorológicas	26
2. Materiales y equipos utilizados	26
3. Esquema del experimento	28
4. Esquema del análisis de variancia.....	28
5. Porcentaje de Podredumbre cobertura en la corona en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (<i>Musa spp</i>).	32
Índice de valoración visual de podredumbre de corona en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (<i>Musa spp</i>).	33
7. Penetración de la pudrición de corona (mm) en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (<i>Musa spp</i>).	34

LISTA DE ANEXOS

1. Análisis de la varianza peso por racimo en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp)	47
2. Análisis de la varianza para número de dedos por mano en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).	47
3. Análisis de la varianza para número de manos por racimo en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).	47
4. Análisis de la varianza para porcentaje de cobertura en la corona en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp)	48
5. Análisis de la varianza para índice de podredumbre en la corona en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp)	48
6. Análisis de la varianza para rendimiento de cajas por hectárea en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).....	49
7. Fotos de la investigación	49

RESUMEN

El presente experimento se llevó a cabo en la hacienda Bertha María de propiedad de la empresa “GRUPO MENDOZA” ubicada en la zona Camarones, Provincia de Los Ríos, Cantón Buena Fe. La duración del experimento fue de cinco semanas aproximadamente, se estudió la respuesta de dos fungicidas Mertec y Magnate ya sea solo o combinado en el control de la pudrición de la corona del banano con el fin de evaluar en comportamiento y capacidad productiva de la planta procesadora de banano,

Alcanzando el menor promedio de cobertura (60%) el tratamiento testigo el cual mostró un grado de podredumbre bastante elevados, pero los tratamientos a base de Mertec y Magnate con dosis de (250 cc + 80 gr) obtuvo el promedio más bajo con 1,0 mm,

El tratamiento 10 compuesto de Mertec + Magnate con dosis de (250 cc + 80 gr) obtuvo un promedio de 1,3 de la escala antes mencionada pero estadísticamente igual a los tratamientos 5 Magnate (60 g), Magnate (80 g), Mertec + Magnate (150 cc + 60 g) y Magnate (200 cc + 70 g) con promedios de 2,17; 1,60; 1,67 y 1,50 respectivamente en su orden

La mayor penetración de corona se obtuvo en el tratamiento testigo con 4.00 mm, mientras que los tratamientos con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) reportaron 1 mm presentando diferencias estadísticas. Si comparamos los tratamientos con Mertec y Magnate combinados se aprecia mayor penetración de la pudrición de corona.

Dentro del índice de maduración se obtuvieron los siguientes resultados: el tratamiento testigo obtuvo un índice de 4 (más amarillo que verde), el menor valor se reportó con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) con un índice 2 (verde oscuro). Se observó que el tratamiento Mertec Dosis (150 cc) reportó el índice 5 (amarillo con puntos verdes).

SUMMARY

This experiment was carried out on the ranch property Bertha Maria Company "MENDOZA GROUP" located in the Camarones, Province of Los Ríos, Canton Good Faith. The experiment lasted approximately five weeks, we studied the response two fungicides and Magnate Mertec either alone or in combination to control crown rot of bananas in order to assess the behavior and productive capacity of banana processing plant, it was determined that all characters differed significantly for dosage effect between treatments, agreeing with González 1997 and 1993 Finlay who indicate that the crown rot is a tissue softening and browning on the cut surface of the crown, which spreads to the pedicels, each of the microorganisms that cause disease grows rapidly at tropical temperatures (between 25 ° C to 30 ° C) and decreases the rate of development at low temperatures, such as those used in transport vessels product (13.3 ° C to 13.5 ° C). Further states that the period of time from harvest until cooling is important in the development of the disease.

Reaching the lower average coverage (60%) treatment witness which showed a degree of rot quite elevated, but treatments based on Mertec and Tycoon with doses of (250 cc 80 gr) he obtained the lowest average with 1.0 mm, treatment 10 Mertec Tycoon compound dose (250 cc 80 gr) obtained an average of 1.3 of the scale mentioned above but statistically equal to 5 Tycoon (60 g) treatments Tycoon (80 g), Mertec Tycoon (150 cc (60 g) and Tycoon (200 cc (70 g) with averages of 2.17; 1.60; 1.67 and 1.50 respectively in their order. A greater penetration of corona was obtained in treating witness with 4.00 mm, while treatments with Mertec dose (200 cc) and Tycoon dose (80 g) reported 1 mm presenting statistical differences. If we compare with Mertec and Tycoon combined treatments shown greater penetration of Crown rot. Within the index of maturation, the following results were obtained: the control treatment was an index of 4 (more yellow than green), the lower value was reported with Mertec dose (200 cc) and Tycoon dose (80 g) with an index (dark green) 2. It was

observed that Mertec dose treatment (150 cc) reported the index 5 (yellow with green dots).

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

En el Ecuador la mayor parte de la producción bananera se encuentra localizada en la provincia de Los Ríos, siendo de aquí de donde se envía más del 50% de banano de calidad para la exportación. En el país y los demás países productores de esta musa, tienen una gama de problemas de postcosecha dentro de estos se encuentra las pérdidas producidas por la enfermedad de pudrición de corona que aunque en los últimos años se ha logrado reducir este problema patológico, principalmente por las mejoras incorporadas en el proceso de manipulación en los empaquetados y en el transporte, pero sin embargo, aun en la actualidad se estiman perdidas aproximadas de un 15 a 18% debido a esta enfermedad

La pudrición de corona del banano causada por un complejo de especies fúngicas se considera el problema más importante de la postcosecha de esta fruta en todo el, llegando a causar, aún con el uso de fungicidas postcosecha, pérdidas de hasta el 20% de la fruta. Por ello, numerosas investigaciones se han orientado a buscar alternativas, tanto químicas como no químicas, para su control.

Por tal motivo no se debe descuidar este problema ya que representa un gran riesgo de deterioro de la calidad de la fruta, primero porque afecta la apariencia de los clusters, una corona ennegrecida o con mohos difícilmente será aceptada por el consumidor, segundo porque puede provocar desprendimiento de los dedos cuando el desarrollo está avanzado, y tercero porque casi todos los hongos asociados al problema pueden producir etileno y acelerar aún más la maduración.

Este problema debe verse como continuo entre la presencia de los hongos causantes aun desde la formación del racimo, con inóculo capaz de sobrevivir en residuos florales y otros materiales, que es fácilmente propagado en presencia de agua libre y que aprovecha situaciones de estrés en la fruta para

penetrar. La mala formación de la corona, heridas en cuellos y dedos, aguas sin adecuado tratamiento pueden favorecer la dispersión y/o la penetración de los patógenos. Desafortunadamente es un problema que se observa cuando la fruta ya ha avanzado en el proceso de maduración y en consecuencia se transforma en una enfermedad de mercado o postcosecha, de la que los empacadores están muy conscientes pero nunca observan.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (*Musa spp*).

1.2.2. Especificos

- Realizar evaluaciones de la cobertura mediante el uso del peachímetro.
- Evaluar de forma individual y combinada la eficiencia del Mertec y el Magnate en la protección de la corona del banano.
- Establecer una dosis individual y combinada que reduzcan la entrada de hongos de corona en los cluster de banano.

1.3. Hipótesis

- Al utilizar dos moléculas químicas en la fumigación de la corona la incidencia de hongos patógenos de la corona se reduce.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Producción de banano en Ecuador

La producción bananera del país, se realiza en 20 provincias del territorio continental. La Costa aporta con el 89% de la producción nacional, Sierra con el 10% y el Oriente con el 1%. Se produjo en 1998 un total nacional de 4' 226.200 toneladas métricas.

En la Costa, las de mayor producción son: la provincia de Los Ríos con el 35 % de la producción total y Guayas con el 32%. En la Sierra., en las regiones cálidas de las provincias de Cañar el 3,8 %. Bolívar con el 1.8%, Pichincha (Sto. Domingo de los Colorados) con 1.4% y Loja con apenas el 0.8% de la producción nacional; las demás provincias tienen una producción mínima.

En el país existen cerca de 5000 productores de banano, de acuerdo al tamaño de la plantación, el 80% corresponden a propiedades menores de 30 hectáreas y tan solo el 3% a mayores de 100 has. Por lo tanto la concentración monopólica se da fundamentalmente en la fase de comercialización. (Ecuador en cifras, 2010)

2.2. Postcosecha en banano

2.2.1 Fisiología postcosecha

Se dice que la maduración es el aspecto más importante en el control de las pudriciones postcosecha (Labavitch y Lange 2007).

Usualmente el banano de exportación se embolsa y se crea vacío. Al limitar la entrada de oxígeno a las bolsas, el CO₂ se concentra y el O₂ disminuye. Una concentración de CO₂ mayor de 0,03% reduce la actividad respiratoria y con esto atrasa la maduración de la fruta. El CO₂ se une al receptor del etileno y bloquea la entrada del mismo, por lo tanto evita que este trabaje (Demerutis 2008).

Durante la maduración ocurre la hidrólisis de los almidones de la pulpa del banano produciendo azúcares, los cuales son compuestos utilizados por los microorganismos en su desarrollo y crecimiento (Shewfelt y Prusia 2007). En el proceso de maduración se generan enzimas, como la pectinasa y posiblemente fosfofructokinasa, las cuales varían la permeabilidad de las membranas celulares, provocando pérdida de humedad (Demerutis 2008). El agua libre puede crear un medio propicio para el desarrollo de los hongos causantes de la pudrición sobre la corona.

2.2.2 Enfermedades y deterioro

El ataque de hongos y bacterias a nivel postcosecha provoca daños físicos, aumenta la pérdida de agua y la respiración. Cortes en la superficie del producto o puntos de abscisión naturales, permiten la entrada de hongos al mismo (FAO 2007).

En el periodo de almacenamiento, el producto envejece y los tejidos se debilitan por una degradación de la estructura celular. El producto se vuelve poco resistente a la invasión de organismos patógenos. La antracnosis es un ejemplo típico de tales infecciones latentes.

Además, algunos patógenos producen enzimas y toxinas que degradan la pared celular, originando sabores desagradables o reduciendo la aptitud del banano para ser consumido (Labavitch y Lange, 2007).

2.3 Pudrición de corona en banano

En el mundo bananero, la pudrición de corona se considera la enfermedad de post cosecha más importante. Generalmente esta enfermedad se localiza solamente en la corona, pero cuando se deja avanzar sin ningún tratamiento se desarrolla también en los dedos.

Este problema esta ocasionado por un complejo de hongos que afectan la calidad de la fruta en el proceso de exportación. En la actualidad se utilizan fungicidas (Imazalil y Thiabendazole) aplicados sobre la superficie de las coronas recién cortadas en el proceso de selección y empaque de la fruta, con el ánimo de controlar este problema (Fernández y García 1991, citado por Osorno y Mejía, 2006).

Adicional a varias bacterias y levaduras sin identificar, hasta el momento existe un complejo de más de 32 especies de hongos asociados a este problema, entre los que podemos mencionar:

Acremodium spp, *Aspergillus* sp, *Botriopodia theobromae*, *Cephalosporium* sp, *Ceratocystis paradoxa*, *Cladosporium herbaum*, *Clodosporium* sp, *Colletotrichum musae*, entre otros.

Estos hongos atacan la superficie cortada de las coronas de los gajos o unidades de plátanos y bananos. La infección se inicia como un ablandamiento del tejido de corte de la corona que se propaga hasta el pedúnculo del fruto.

Hasta el momento todas las variedades comerciales de bananos (AAA) son susceptibles a este problemas fitosanitario (Fernández y García 1991, citado por Osorno y Mejía, 2006).

2.3.1. Patógenos causantes de la pudrición de corona

En las Islas Canarias, fueron reportados como agentes causales de la pudrición de corona en banano, los hongos *Fusarium proliferatum*, *Colletotrichum musae*, *Ceratocystis paradoxa*, *Verticillium theobromae*, *Botryodiplodia theobromae*, *Deightoniella torulosa* y otros (Hernández et al. 1987, citados por López y Marrero 2008).

En Centroamérica, se ha reportado que los patógenos más comunes son la asociación de *Fusarium roseum*, *Verticillium theobromae* y *Gloeosporium*

musarum. En la fruta proveniente de Colombia y Ecuador, es común hallar el hongo *T. paradoxa* (Greene y Goos 2007).

La aparición de género del hongo va a depender de las temperaturas en que se halle refrigerado el fruto y de las condiciones ambientales imperantes en la zona.

En algunos experimentos donde se ha inoculado los patógenos al fruto, se ha encontrado que el *Thielaviopsis paradoxa*, *Botryodiplodia theobromae* y *Gloeosporium musarum* causan severas pudriciones. Pudriciones moderadas se encontraron en las coronas de las frutas inoculadas con *Deighthoniella torulosa*.

Fusarium roseum, *Verticillium theobromae* y *Fusarium moniliforme* y causaron una pudrición débil cuando se inocularon por separado (Greene y Goos 2007). Según Krauss (2008) en Costa Rica el principal patógeno de la pudrición de corona es el *Colletotrichum musae*. Según Umaña, citado por Rodríguez (2009), el principal patógeno es el *Fusarium semitectum*. Marín (2007) afirma que este último es el más patogénico, según algunas investigaciones realizadas en Costa Rica.

El género *Fusarium* pertenece a la clase *Hypomycetes*, subdivisión *Moniliales*, los cuales producen esporas asexuales sobre hifas expuestas (Elango 2009). El género *Colletotrichum*, pertenece a la subdivisión *Melanconiales*, los cuales forman conidios asexuales en acérvulos.

El género *Fusarium* posee muchas especies parasíticas a plantas. Este género produce microconidios y macroconidios. Los macroconidios son largos, multiseptados, curvados y por lo general nacen en una hifa. Los microconidios son unicelulares, esféricos u ovalados. Algunas especies pueden producir esclerótios. El *Colletotrichum*, anamorfo del género *Glomerella*, se ve influenciado por el ambiente para producir setas (Alexopoulos et al. 2006).

Las hifas de Ascomycetes, Basidiomycetes y Deuteromycetes son septadas con perforaciones. Algunos Deuteromycetes presentan muchos microporos. La extensión de las hifas conlleva el alargamiento de una pared primaria y la biosíntesis de compuestos de la pared, como la quitina. El crecimiento axial de la pared se ve limitado por el ápice de la hifa, el cual posee vesículas que segregan enzimas catalizadoras y biosintéticas. Hasta que estas vesículas no colapsen no se da el crecimiento pleno de las hifas. Estos hongos además son considerados altos productores de enzimas capaces de degradar la celulosa, lignina y queratina de la materia orgánica. Además, el género *Fusarium* puede producir micotoxinas y antibióticos (Carlile y Watkinson 2010).

Se ha comprobado que los tubos geminativos se pueden torcer cuando existen cargas eléctricas en el medio (Carlile y Watkinson 2010). Se supone que la producción de ramificaciones en las hifas, ocurre cuando los ápices de las hifas no consumen todos los nutrientes producidos por la extensión de las paredes celulares. Después de que se da el engrosamiento y crecimiento de la primera pared celular, puede ocurrir la formación de una pared secundaria (Carlile y Watkinson 2010).

Cuando una espora se halla sobre un medio agar, se produce la geminación. La hifa elonga exponencialmente, pero al alcanzar su máxima extensión en mm h^{-1} , su crecimiento sigue lineal. Si surgen ramificaciones, estas seguirán este mismo patrón. Posteriormente, la hifa y sus ramificaciones se transforman en micelio, el cual llega a ser una colonia (Carlile y Watkinson 2010).

El género *Fusarium* es capaz de crecer en medios anaeróbicos. Si la concentración de solutos en el agua que rodea las células aumenta, es posible que ocurra plasmólisis, con la consecuente desecación y muerte de la célula. El crecimiento radial de las colonias de hongos depende de la zona periférica de crecimiento y el porcentaje de crecimiento de esta zona. Generalmente, la temperatura óptima para la esporulación es más baja que aquella necesaria para su crecimiento (Carlile y Watkinson 2010). Algunos hongos necesitan carbón y nitrógeno para germinar como el *Fusarium culmorum*.

Los tubos geminativos pueden tener tres tipos de orientación. La primer orientación es autotropismo, el cual se refiere a que si dos esporas están cercanas, los tubos pueden germinar en los extremos opuestos, lo cual indica poca competencia por nutrientes o pueden germinar en los extremos más cercanos, como ocurre con algunos Deuteromycotas. Un segundo efecto en la orientación es la respuesta chemotrópica, la cual se refiere al mayor o menor crecimiento respecto al gradiente químico. El siguiente efecto es el fototropismo, en el cual los hongos crecen buscando o evitando la luz (Carlile y Watkinson 2010).

2.3.2. Tratamientos utilizados en el control de la pudrición de corona en banano

2.3.2.1. Control convencional

Tradicionalmente, para controlar la pudrición de la corona, se ha utilizado un producto en el agua de lavado, para coagular el látex que exuda del corte.

Usualmente, este producto es sulfato amónico de aluminio o “alumbre”. Posteriormente, se ha aplicado un fungicida como el thiabendazole o benzimidazole, llamado comercialmente como “Mertec” (Díaz *et al.* 1995, citado por Rodríguez 2009).

La concentración del fungicida aplicado ha ido variando con el tiempo y sigue dependiendo del destino de exportación del banano. Para el año de 1997 se aplicaba 400 ppm de thiabendazole y 1% de alumbre para mercados en los Estados Unidos de América y 600 ppm de thiabendazole y 1% de alumbre para mercados Europeos (Soto 1995, citado por Sasaki 2007).

Estudios realizados por De Lapeyre y Mourichon (2008), indican que el hongo *Colletotrichum musae*, reportado como uno de los causantes de la pudrición de la corona, ha desarrollado resistencia al thiabendazole.

2.3.2.2. Tratamientos hidrotérmicos

López y Marrero (2008) reportaron que temperaturas de 45 a 47,5 grados centígrados, durante 15 a 30 minutos presentan buenos resultados en el control de los hongos *Fusarium proliferatum* y *Colletotrichum musae*, causantes de la enfermedad. Sin embargo, debe tenerse cuidado ya que temperaturas por encima de los 50 °C pueden provocar oscurecimiento de la cáscara de la fruta.

2.3.2.3. Remoción de flores y hojas

Se ha practicado la remoción de brácteas de las flores y de hojas no funcionales, como un principio de control de la enfermedad (Slabaugh y Grove 2010). Se halló que los conidios y esporas de los hongos, encuentran en estas estructuras un medio para desarrollarse (De Lapeyre y Mourichon 2008).

2.3.2.4. Biocontrol

La bacteria *Pseudomonas syringae* y las levaduras que aparecen naturalmente en la manzana y pera, son una opción como biocontroladores contra varios hongos patógenos que ocasionan el deterioro de las frutas en los procesos postcosecha. Por ejemplo, *Pseudomonas syringae*, específicamente la cepa ESC- 11 es efectiva para reducir la pudrición de la corona en banano, producida por un complejo de hongos, incluyendo *Fusarium semitectum* y *Fusarium moniliforme* (Janisiewicz 2008).

El control biológico en la etapa de postcosecha tiene ventajas significativas en relación al biocontrol bajo condiciones de campo, ya que los dos factores más importantes que tienen que ver con el éxito del biocontrol son la temperatura, la humedad relativa constantes y la facilidad de acceso. Estos factores reducen la variabilidad en el biocontrol, haciendo que el sistema sea más sencillo en cuanto a su manejo (Janisiewicz 2008).

La eficacia del biocontrol en postcosecha puede ser influido por tratamientos como la difenilamina y la etoxiquina, las cuales son empleadas en algunas frutas para prevenir escaldaduras y desórdenes fisiológicos.

El control biológico en postcosecha puede ser integrado con otros métodos en los cuales no se usen fungicidas, como infiltraciones de calcio y tratamientos con calor.

Otro tipo de controlador biológico es el EMX, aunque Rodríguez (2009) determinó que dosis de 5% y 10% no controlaron la pudrición de corona de banano a nivel postcosecha, bajo la metodología utilizada en su estudio. Además, estableció que durante la vida anaquel, el banano orgánico aumenta su grado de maduración y el testigo químico no lo hace.

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*), es una planta que tiene propiedades bactericidas, nematocidas, fungicidas, insecticidas y repelentes de insectos (Arbizu y Tapia 1994, citados por Krauss y Soberanis 2008)

Krauss y Soberanis (2008), reportaron que el extracto acuoso de mashua retrasó la aparición de pudriciones postcosecha, al menos durante tres semanas en rodajas de plátano, yuca y semillas de cacao secas.

Según Demerutis (2008), al utilizar un producto orgánico a partir de semillas de cítricos, comercialmente conocido como Biocto 6, se obtuvo un control eficaz del hongo *Fusarium semitectum*, causante de la pudrición de la corona en banano. Específicamente con las concentraciones de 1 mL/L Biocto + Verdiol al 2,5% /L.

2.3.2.5. Uso de ceras

Según Sasaki (2007), las ceras a nivel postcosecha tienen la función de reducir la pérdida de humedad, maduración, transpiración e infecciones. Además de ser vehículo para aplicación de fungicidas, reguladores de crecimiento y colorantes.

Algunos estudios han demostrado que radicales de oxígeno producto del metabolismo celular, poseen crítica importancia en el progreso de la enfermedad y desarrollo de los síntomas (Andrews y Tommerup 2010).

2.3.3. Descripción de algunos productos para prevenir pudrición de corona

2.3.3.1. Mertec

Fungicida

Suspensión concentrada SC

Acción fitosanitaria: **MERTECT 500 SC** es un fungicida sistémico, de amplio espectro y muy versátil por su efectividad en el control de una gran variedad de enfermedades en cultivos de hortalizas, frutales y ornamentales.

MERTECT 500 SC es resistente al clima y brinda una protección duradera. Cuando se usa de acuerdo con las dosis recomendadas no daña los tejidos, ni a los animales ni seres humanos; tampoco es tóxico para las abejas ni peligroso para la fauna silvestre.

NOMBRE COMÚN: Tiabendazol.

Formulación y concentración: Suspensión concentrada que contiene 500 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Modo de acción: **MERTECT 500 SC** es un fungicida versátil, de amplio espectro sistémico, altamente efectivo mediante su acción protectora y curativa contra un extenso rango de hongos patógenos y enfermedades de las plantas.

Mecanismo de acción: MERTECT 500 SC se transloca por todos los tejidos de la planta en aplicaciones foliares debido a su sistemicidad, logrando una protección total de los tejidos de la planta. Actúa inhibiendo la división celular a nivel de formación de Tubulina.

Compatibilidad: MERTECT 500 SC se puede mezclar con la mayoría de insecticidas, fungicidas y fertilizantes foliares de uso común, pero no se recomienda mezclarlo con sustancias alcalinas, se recomienda el uso de adherentes de buena calidad para las aplicaciones.

Toxicidad: Categoría Toxicológica IV (Franja verde).

DL50 oral ratas: >2 000 mg/kg

DL50 dermal ratas: >2 000 mg/kg

Precauciones: MERTECT 500 SC es seguro para las plantas, animales, el ambiente y el hombre, siempre que se sigan las recomendaciones de la etiqueta.

Advertencia: En caso de derrame recoger el producto y eliminarlo en un sitio destinado por las autoridades locales para este fin.

Manejo y disposición de desechos y envases:

No disponer con residuos municipales.

Después de usar el contenido, enjuagar tres veces este envase y verter la solución en la mezcla de aplicación, inutilizar el envase triturándolo o perforándolo y depositarlo en un lugar destinado por las autoridades locales para este fin.

Mantenga el producto en sus envases originales en un lugar seguro, seco y fresco, fuera del alcance de niños, personas irresponsables y animales domésticos.

No transporte ni almacene con productos de uso humano o pecuario.

Evite almacenar a temperaturas por encima de 35° C.

Ningún envase que haya contenido plaguicidas debe utilizarse para contener alimentos o agua para consumo humano o animal.

ANTÍDOTO: No hay antídoto específico, aplique terapia sintomática.

En caso de inhalación: Retire al paciente a un lugar ventilado y protéjalo de la hipotermia.

En caso de contacto: Con la piel y los ojos lavar inmediatamente a fondo las zonas afectadas con abundante agua. Los ojos deben ser lavados con agua limpia durante 15 minutos.

PRESENTACIONES:

Envase x 50 cm³.

Envase x 100 cm³.

Envase x 250 cm³.

Envase x 1 litro.

REGISTRO MAGAP: 031-F6 SESA-U

Fabricante: SYNGENTA CROP PROTECTION S.A.

Distribuido por: ECUAQUÍMICA

2.3.3.2. Magnate

Descripción: Es un fungicida sistémico, protector y erradicante, actúa sobre el hongo inhibiendo la síntesis de ergosterol.

Ingrediente Activo: Imazalil.

Dosis: 19 a 150 gramos por litro de agua.

Presentación: 50 gramos.

2.3.4. Medidas preventivas para la pudrición de corona

El control de la podredumbre de corona debe de iniciarse desde el campo con la aplicación de buenas prácticas sanitarias, que van desde la eliminación de las fuentes de inoculó hasta el manejo cuidadoso durante la cosecha de la fruta, evitando daños por golpes, roces, etc. Las medidas de control también pasan por mantener desinfectados y libre de restos de fruta las áreas de manipulación y empaquetado, así como cuidar la limpieza de los equipos de trabajo. Sin embargo, y a pesar de estas medidas preventivas, en la mayoría de los casos es necesario actuar de forma directa sobre esta enfermedad. Para ello se suele recurrir a la utilización de fungicidas químicos aunque en los últimos años existe una línea de investigación sobre la utilización de medidas alternativas al uso de productos de síntesis para el control de esta enfermedad, que incluye la utilización de extractos vegetales, atmósferas modificadas y controladas, irradiación, choque térmico y control biológico Cartaya; Domínguez *et al.*, (2011).

La disponibilidad de fungicidas aprobados para lidiar con este complejo de hongos es limitada, y pertenecen a un reducido grupo de familias químicas, entre los más importantes está el thiabendazole y el imazalil y más recientemente se han evaluado y se usan en alguna medida el myclobutanil y prochloraz Sáenz, (2004).

Toda planta procesadora de alimentos debe contar con un tanque apropiado (que no se haya usado con ningún producto químico, esté cubicado y tenga tapa de protección) y estar protegido por un cerramiento con malla para la mezcla a usarse durante el proceso, el tamaño del mismo varía según el volumen de la producción diaria de acuerdo al área de producción de la finca, además de contar con tanque de presión y bomba Reybanpac, (2011).

2.3.4.1. Preparación de la mezcla postcosecha

El procedimiento a seguirse es el siguiente

a) Contar con preparador de mezclas capacitada, conocimiento de las medidas, procedimiento y funcionamiento del equipo y materiales de fumigación además el área de preparación de la mezcla post-cosecha deben ser encerradas con malla y solo podrá ingresar personal autorizado.

b) Solo productos que se utilicen como cicatrizantes de corona se debe dejar diluyendo un día previo a la cosecha es decir 12 a 24 horas antes), lo recomendable es llenar con agua limpia cernida un 80% del volumen a utilizar en el tanque. La ventaja de este procedimiento es que evita que partículas o alguna basura fina obstruyan las boquillas de fumigación y garantizan una correcta disolución del alumbre.

c) Al día siguiente o de proceso, a primera hora, disolver él (los) fungicida (s) en agua limpia en un recipiente limpio (perezca) y luego completar el 100% del volumen a utilizar manteniendo la agitación del sistema; se recomienda tener lista la mezcla media hora antes de iniciar la labor. Reybanpac, (2011).

2.3.4.2. Equipos de fumigación

Los equipos usados para la fumigación de coronas son

a) **Sistema de fumigación con cámara**, provista de 4 boquillas sistema que reúne ventajas ambientales pero su rendimiento es las más bajas; 100 cajas 22xu por cada 20 litros de mezcla.

b) **Sistema de fumigación con tanque de presión** y agitación continúa de la mezcla. La mezcla es llevada mediante tuberías usando una manguera convenientemente localizada. Este sistema y el siguiente se les consideran un rendimiento de 120 cajas 22xu por cada 20 litros de mezcla.

c) **Bombas de mochila** provistas de cámara de alta presión equipada con una válvula y boquillas tipo cono lleno.

- d) **Sistema de fumigación con brocha:** El dispensador consta de una brocha, un balde en el cual tiene la mezcla del funguicida a usar y en su base adaptada una manguera.

Posterior al acople de La manguera, en el extremo de la misma lleva un dispensador con la respectiva brocha. Del dispensador va conectado una manguera, la cual a su vez tiene acoplado un dosificador del producto tipo “Suero médico”, el cual es el que regula la salida y cantidad de producto a usar; en el extremo de la manguera lleva una brocha adaptada.

La brocha la dirige hacia la corona del cluster o mano a tratar. Esta debe ser pasada dos veces (ida y vuelta) y dirigida a los saneos. Las brochas deben ser cambiadas al medio día para evitar la acumulación de látex en las cerdas y colocadas en recipientes con agua y detergente neutro para que elimine el látex y poder ser reutilizada. Reybanpac, (2012)

Ventajas del sistema:

- Minimiza la exposición del operador, reduciendo el riesgo de intoxicación.
- Reduce el impacto ambiental con mayor eficiencia al disminuir los residuos de mezcla y realizar la aplicación directa, exclusivamente a las coronas y saneos.
- Disminuye el volumen del funguicida aplicado sobre la fruta (20 lts para 500 cajas)

2.4. Enfermedades causadas por la acción de hongos

2.4.1. Sigatoka negra y amarilla

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición en las hojas de manchitas o estrías de color pardo-verduzco, paralelas a la nervadura que miden de tres a

nueve milímetros de largo. Luego se forman manchas más grandes que dan un aspecto de hoja quemada o chamuscada.

2.4.2. Mal de Panamá

Se produce una clorosis o amarilleo de las hojas, iniciándose por los bordes hasta llegar a la nervadura principal. Luego se marchitan totalmente, tomando un color pardo oscuro y quebrándose por el punto de unión del limbo con el pecíolo. Al cortar una vaina se observa que los tabiques se encuentran podridos.

2.5. Enfermedades causadas por la acción de bacterias

2.5.1. Hereque

La hoja central y una o dos de las que la rodean se tornan de color verde amarillento y luego se marchitan, doblándose en la unión del pecíolo y la lámina. Posteriormente se van marchitando las hojas restantes. La planta muere en pocos días. Los frutos presentan la pulpa afectada con una pudrición de color marrón o gris y maduran desuniformemente en el racimo.

2.5.2. Pudrición maloliente del tallo o Erwinia

Pudrición blanda y maloliente del tallo que provoca el doblamiento de la planta, sin que el racimo haya completado su desarrollo.

2.6. Enfermedades ocasionadas por la acción de virus

2.6.1. BSV, CMV y Bunchy top

Se caracterizan por presentar amarilleo con diversos grados de clorosis y manchas oscuras en el área foliar. Las plantas con Bunchy top se reconocen por el arripollamiento de sus hojas. Dependiendo del grado de infección, puede o no ocurrir formación del fruto.

Algunos suelos venezolanos presentan alta concentración de nematodos, lombricillas microscópicas que destruyen raíces y raicillas, provocando pérdida del anclaje.

Un desbalance nutricional de la relación $K/Ca + Mg$, produce la enfermedad fisiológica conocida como blue, debido al color azul de las hojas segunda, tercera y cuarta. Los frutos de estas plantas se tornan flácidos.

2.7. Control de calidad

La calidad es un servicio que debemos ofrecer al consumidor final, porque es quien con su experiencia real fijará los requisitos definidos o tácitos, consientes o solo sentidos del producto que estamos ofertando.

Por esta razón los trabajadores u obreros, Técnicos, Ingenieros, Gerentes de Producción, etc. deben satisfacer las expectativas de los gustos y preferencias de los clientes porque además es lo que mueve el mercado competitivo.

En los últimos años se ha producido una serie de eventos a nivel e país y de los mercados consumidores, que han convertido a la actividad bananera en un negocio altamente competitivo por calidad, y con márgenes de utilidad cada vez más estrechos.

La calidad se puede definir como las características genéticas y físicas de la fruta que debemos mantener mediante procesos y técnicas adecuadas (La calidad es simple y sencillamente cumplir con las especificaciones del cliente.) La fuerza que mueve La Calidad es la satisfacción del cliente.

La Calidad Total es el mejoramiento incesante de todos y cada uno de los procesos.

Expresar la calidad implica escoger el lenguaje que emplearemos para cuantificar e interpretar con procedimientos físicos (Calidad Selecta) y perceptuales – Sensoriales (Calidad Subjetiva), expresado en porcentajes de

unidades buenas vs., unidades defectuosas.

El concepto de calidad de un producto, hoy en día, incluye, la manera en que este ha sido producido y éste proceso de producción debe, entre otros, ser acorde a las normas legales nacionales e internacionales de respeto al medio ambiente y a las exigencias del mercado en temas ambientales. (Agronegocios de Frutas Tropicales 2005)

2.8. Investigaciones realizadas

La pudrición de la corona, la principal enfermedad postcosecha, causante de reducción en la calidad del banano de exportación y generalmente ha sido controlada mediante fungicidas sintéticos. Este trabajo evaluó al nivel de laboratorio y postcosecha el comportamiento de tres concentraciones de una mezcla de microorganismos benéficos (EM5) con y sin una cera (Verdiol al 2.5%), sobre los hongos *Colletotrichum* y *Fusarium* causantes de la pudrición de corona en banano. Utilizando concentraciones de EM5 al 20%, 5% y 1% en el laboratorio, se obtuvo un excelente control del crecimiento del micelio, debido a la competencia por espacio físico y generación de compuestos antagónicos no identificados, sin influencia alguna del pH. Sin embargo, existió una pobre inhibición de la germinación de las esporas, alrededor de 19% de inhibición en *Fusarium* y 23% en *Colletotrichum*. En el estudio postcosecha, los tratamientos con EM5 no redujeron la aparición de lesiones y pudrición en la corona. Se recomienda profundizar en la investigación de los compuestos presentes en el EM5 y su modo acción sobre hongos patógenos (Ávila y Vintimilla, 2007).

Se han publicado trabajos en los que se ha estudiado la eficacia in vivo de numerosos extractos de plantas. En el realizado en Costa Rica por Umaña (2009), se evaluó el crecimiento de dos hongos asociados con la pudrición de corona en Costa Rica, *C. musae* y *F. proliferatum*. Para el extracto de tomillo los resultados de disminución de la lesión fueron semejantes entre el testigo no tratado y la inoculación con *C. musae*, obteniéndose mejores resultados sobre *F. proliferatum*. En ensayos de eficacia in vitro de *Thymus vulgaris* sobre el crecimiento de *C. musae* y *F. proliferatum* este mismo autor encontró una

disminución del crecimiento de las colonias del 49,5% para *C. musae* y del 49,3% para *F. proliferatum*. En ensayos llevados a cabo por Perera (2004) con plátanos inoculados con especies fúngicas del complejo de la pudrición de corona (crown rot) de Canarias se aplicaron varios productos naturales tales como lecitina de soja, propóleo y tomillo rojo. El producto que aportó los mejores resultados en el control de la enfermedad fue el tomillo rojo (*Thymus zygis*) a la dosis de 150 cc/hl.

Otro de los extractos que han sido ensayados para el control de hongos postcosecha se obtiene de la canela (*Cinnamomum zeylanicum*). En trabajos realizados por Ranasinghe et al. (2003) se aislaron los hongos patógenos de la Pudrición de corona del plátano de la variedad Embul (*C. musae*, *F. proliferatum* y *L. theobromae*) y se trataron in vitro con el extracto de aceite de la corteza de canela, observándose un efecto fungistático y fungicida en el rango de concentraciones de 0,64-1,00 mg/ml. Win et al. (2007) también evaluaron la actividad antifúngica del extracto de canela sobre los hongos *C. musae*, *Fusarium* sp y *V. theobromae* aplicando concentraciones de 0; 0,1; 0,5; 1; 5 y 10 g/l del extracto in vitro en medio patata dextrosa agar (PDA). El extracto de canela inhibió completamente la germinación de conidias y el crecimiento micelial a 5 g/l.

Dorta (2010) estudió in vitro e in vivo la eficacia de varios productos naturales sobre la pudrición de corona (crown rot) de Canarias entre los que se encontraban el extracto de corteza de canela, extracto de tomillo rojo, extracto de semillas de cítricos y ácidos orgánicos. A dosis máximas (2,5 ml/l) el extracto de tomillo rojo produjo reducciones del diámetro de las colonias del orden del 58,5 al 89,4%. Le siguieron, en el grupo de los extractos, el de semillas de cítricos (2ml/l) con un 49,5 al 89,5% y los ácidos orgánicos (1,5 ml/l) con 25,2 al 76,6%. In vivo los mejores resultados se obtuvieron con extracto de semillas de cítricos con valores de 51,38% para la ocupación de micelio en cojinete, 2,74 para avance de la enfermedad y 8,5 mm para penetración en corona. Los peores resultados se obtuvieron con el extracto de canela con un valor de 74,1% para la variable del porcentaje de corona ocupado por micelio.

Ranawaka y Wijeratnam (2000) estudiaron sobre cuatro populares cultivares de banano en Sri Lanka (`Ambon´, `Seení´, `Koliluttu´ y `Embul´), la respuesta de los patógenos del crown rot bajo aplicaciones de etileno de 0, 1, 10 y 100 ppm a 28°C durante un periodo de 7 días. La dosis de 1 ppm produjo un menor desarrollo de la enfermedad y fue la concentración más adecuada para regular la maduración de las variedades seleccionadas. La formación de apresorios y el incremento de la germinación de esporas se producían al aumentar los niveles de etileno. Altos niveles de etileno también inducían la producción de múltiples formaciones de apresorios sobre los tejidos enfermos.

La utilización de bolsas de polietileno con perforaciones es una práctica empleada por algunos productores. Su objetivo es impedir las rozaduras y daños mecánicos y preservar la humedad (<http://www.fao.org>).

Estudios realizados en Canarias sobre la utilización en postcosecha de bolsas de P.E. con perforación indican que su empleo no produce una modificación de la atmósfera y sí un aumento en la humedad relativa (Lobo y Duque, datos no publicados). La mayoría de los patógenos requieren una alta humedad relativa para su desarrollo in vitro, sin embargo, los plátanos son menos susceptibles a la pudrición de corona en estas condiciones. Una alta humedad relativa parece impedir la pérdida de agua, lo cual es esencial para asegurar una larga vida en verde. En efecto, la vida en verde de los plátanos se ve marcadamente reducida en condiciones de baja humedad relativa (30 a 40%) como resultado de la producción de etileno a partir de la cáscara de la fruta. El envejecimiento de los tejidos de la corona del plátano es favorable para el desarrollo de la pudrición de la corona que puede verse obstaculizada si se mantiene la turgencia de los tejidos (Muirhead, 2000).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

El presente experimento se llevó a cabo en el Grupo Mendoza Hacienda “Bertha María” de propiedad del Sr. Roque Mendoza ubicada en la zona de Buena Fe, Provincia de Los Ríos, situada entre las coordenadas 79° 27′ longitud oeste y 01° 06′ de latitud de 120 msnm. La duración del experimento fue de cinco semanas aproximadamente.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

En el Cuadro 1 se detallan las condiciones meteorológicas del sitio de investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas

Parámetros	Promedios
Temperatura media °C	25.50
Humedad relativa media %	85.00
Heliofanía anual, horas luz	1213.0
Precipitación, mm/año	1585.5

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. 2012.

3.1.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la investigación se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Materiales y equipos utilizados

Materiales	cantidad
Guantes	3
Mascarilla	1
Uniforme	1
Delantal impermeable	1
Gafas	1
Botas.	1
Formatos de evaluación	1
Esferos	3

Mertec Frasco 50 cc	2
Magnate 75 SG Sobre de 32 gr.	2
Cartón de Banano	60
Platos	20
Balanza	1
Ph.	1
Racimos de Banano	60
Blower	1
Curbos	4
Fundas Plásticas	60
Radio espaciadores.	4
Bombas CP3	1
Pallet	5
Calibrador	1
Boquillas	4
Cartulina	60

3.1.4. Tratamientos

Los tratamientos son el resultado de la combinación de los factores en estudio.

- T1.** Testigo absoluto
- T2.** Mertec Dosis (150 cc)
- T3.** Mertec Dosis (200 cc)
- T4.** Mertec Dosis (250 cc)
- T5.** Magnate Dosis (60 g)
- T6.** Magnate Dosis (70 g)
- T7.** Magnate Dosis (80 g)
- T8.** Mertec + Magnate (150 cc + 60 g)
- T9.** Mertec + Magnate (200 cc + 70 g)
- T10.** Mertec + Magnate (250 cc + 80 g)

3.1.5. Unidades Experimentales

A continuación se detalla el esquema del experimento empleado en el presente estudio:

Cuadro 3. Esquema del experimento

Tratamientos	UE	Repeticiones	Total de cajas
Testigo Absoluto	5	3	15
Mertec Dosis (1)	5	3	15
Mertec Dosis (2)	5	3	15
Mertec Dosis (3)	5	3	15
Magnate Dosis (1)	5	3	15
Magnate Dosis (2)	5	3	15
Magnate Dosis (3)	5	3	15
Mertec + Magnate Dosis (1)	5	3	15
Mertec + Magnate Dosis (2)	5	3	15
Mertec + Magnate Dosis (3)	5	3	15
Total			150

3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al Azar (DCA), con diez tratamientos y tres repeticiones, según se muestra en el Cuadro 4. Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$).

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de Variación		GL
Tratamiento	(t-1)	9
Repeticiones	(r-1)	2

Error	t(r-1)	20
Total	t.r-1	29

3.1.7. Mediciones experimentales

3.1.7.1. Porcentaje de cobertura

Para evaluar esta variable se tomó al azar 10 cluster de cada tratamiento, y con un medidor de pH se determinó si la fumigación fue eficiente mediante la escala que viene dada en el pH que es del 3.3 al 5.5.

3.1.7.2. Índice de valoración visual de podredumbre de corona

Según la escala de Frossard, basada en la escala de la United Fruit Corporation.

- 1 Sin micelio
- 2 Presencia de micelio
- 3 $\frac{1}{4}$ Presencia de pudrición
- 4 $\frac{1}{2}$ Presencia de pudrición
- 5 $\frac{3}{4}$ Presencia de pudrición
- 6 Pudrición
- 7 $\frac{1}{2}$ Presencia de pudrición en el pedúnculo
- 8 Todo el pedúnculo
- 9 Pulpa

3.1.7.3. Penetración de la pudrición en la corona

Esta variable se la evaluó realizando tres cortes en forma cuadrada en la corona del cluster y se midió con una cinta expresada en milímetro la profundidad de la pudrición.

3.1.7.4. Índice de Maduración

Esta variable se la evaluó mediante la escala colorimétrica de banano:

3.1.8. Manejo de la investigación

Primero se seleccionó la hacienda donde se realizó la investigación que en este caso fue la hacienda Bertha María de propiedad del grupo Mendoza , se realizó la cosecha de la fruta de 12 semanas de edad, luego se procedió a toda las labores que se realiza en post cosecha en las plantas procesadora de alimentos, y la respectivas mezclas con los productos en estudios como son magnate, mertec y alumbre con sus respectivas dosis, luego se realizó la fumigación con la ayuda de una cámara de fumigación de acuerdo al cronograma establecido para este ensayo.

Luego con la ayuda de una cámara de maduración se realizó una simulación de viaje de 31 días donde se ingresó la cámara a una temperatura de 13°C luego de los 31 días evaluando la fruta de cada caja en estudio y de acuerdo a cada dosis programada.

Las unidades experimentales fueron las cajas Súper Premium consideradas como 95% de calidad. Una vez embaladas las cajas estas fueron semi-paletizadas para ser puestas en la cámara de maduración donde permaneció por 31 días para luego de este lapso se realizaron las evaluaciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de Podredumbre de la cobertura de corona

De acuerdo con la prueba de Tukey, se observó significancia estadísticas alcanzando el menor promedio de cobertura (60%) el tratamiento testigo el cual mostró un grado de podredumbre bastante elevados, pero los tratamientos a base de Mertec y Magnate con dosis de (250 cc + 80 gr) obtuvo el promedio más bajo con 1,0 mm, siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos siendo su promedio general de 1,7 milímetros.

Cuadro 5. Porcentaje de Podredumbre cobertura en la corona en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (*Musa spp*).

Tratamientos	Porcentaje de cobertura (1 - 5)	
T1. Testigo absoluto.	60,00	b
T2. Mertec Dosis (150 cc)	80,00	ab
T3. Mertec Dosis (200 cc)	100,00	a
T4. Mertec Dosis (250 cc)	75,00	ab
T5. Magnate Dosis (60 g.)	80,00	ab
T6. Magnate Dosis (70 g)	75,00	ab
T7. Magnate Dosis (80 g)	100,00	a
T8. Mertec + Magnate (150 cc + 60 g)	100,00	a
T9. Mertec + Magnate (200 cc + 70 g)	100,00	a
T10. Mertec + Magnate (250 cc + 80 g)	100,00	a
C. V. (%)	25,43	

Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey

4.1.2. Índice de valoración visual de podredumbre de corona

En el cuadro 6, representan los promedios de Índice de valoración visual de podredumbre de corona, según la escala de Frossard, basada en la escala de la United Fruit Corporation en el cual el análisis de varianza presento significancia estadísticas para tratamientos, siendo el coeficiente de variación 22,26 %.

De acuerdo con la prueba de Tukey, se observó significancia estadísticas para esta variable, el testigo absoluto en esta investigación mostró un promedio elevado de 3,67 de la escala (1 – 10), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos pero el tratamiento 10 compuesto de Mertec + Magnate con dosis de (250 cc + 80 gr) obtuvo un promedio de 1,3 de la escala antes mencionada pero estadísticamente igual a los tratamientos 5 Magnate (60 g), Magnate (80 g), Mertec + Magnate (150 cc + 60 gr) y Magnate (200 cc + 70 g) con promedios de 2,17; 1,60; 1,67 y 1,50 respectivamente en su orden.

Cuadro 6. Índice de valoración visual de podredumbre de corona en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (*Musa spp*).

Tratamientos		Índice de podredumbre	
T1.	Testigo absoluto.	3,67	a
T2.	Mertec Dosis (150 cc)	2,50	ab
T3.	Mertec Dosis (200 cc)	2,60	ab
T4.	Mertec Dosis (250 cc)	2,33	ab
T5.	Magnate Dosis (60 g)	2,17	b
T6.	Magnate Dosis (70 g)	2,33	ab
T7.	Magnate Dosis (80 g)	1,60	b
T8.	Mertec + Magnate (150 cc + 60 g)	1,67	b
T9.	Mertec + Magnate (200 cc + 70 g)	1,5	b
T10.	Mertec + Magnate (250 cc + 80 g)	1,3	b
C. V. (%)		22,26	

Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0.05$)

4.1.3. Penetración pudrición en la corona

La mayor penetración de corona se obtuvo en el tratamiento testigo con 4.00 mm, mientras que los tratamientos con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) reportaron 1 mm presentando diferencias estadísticas. Si comparamos los tratamientos con Mertec y Magnate combinados se aprecia mayor penetración de la pudrición de corona. Cuadro 7 Figura 1.

Cuadro 7. Penetración de la pudrición de corona (mm) en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (*Musa spp*).

Tratamientos	Penetración de la pudrición de corona (mm)	
T1. Testigo absoluto.	4	b
T2. Mertec Dosis (150 cc)	2	ab
T3. Mertec Dosis (200 cc)	1.0	a
T4. Mertec Dosis (250 cc)	1.2	a
T5. Magnate Dosis (60 g)	1.4	a
T6. Magnate Dosis (70 g)	1.8	a
T7. Magnate Dosis (80 g)	1.0	a
T8. Mertec + Magnate (150 cc + 60 g)	1.5	a
T9. Mertec + Magnate (200 cc + 70 g)	1.2	a
T10. Mertec + Magnate (250 cc + 80 g)	1.7	a
C. V. (%)	25.67	

Letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0.05$)

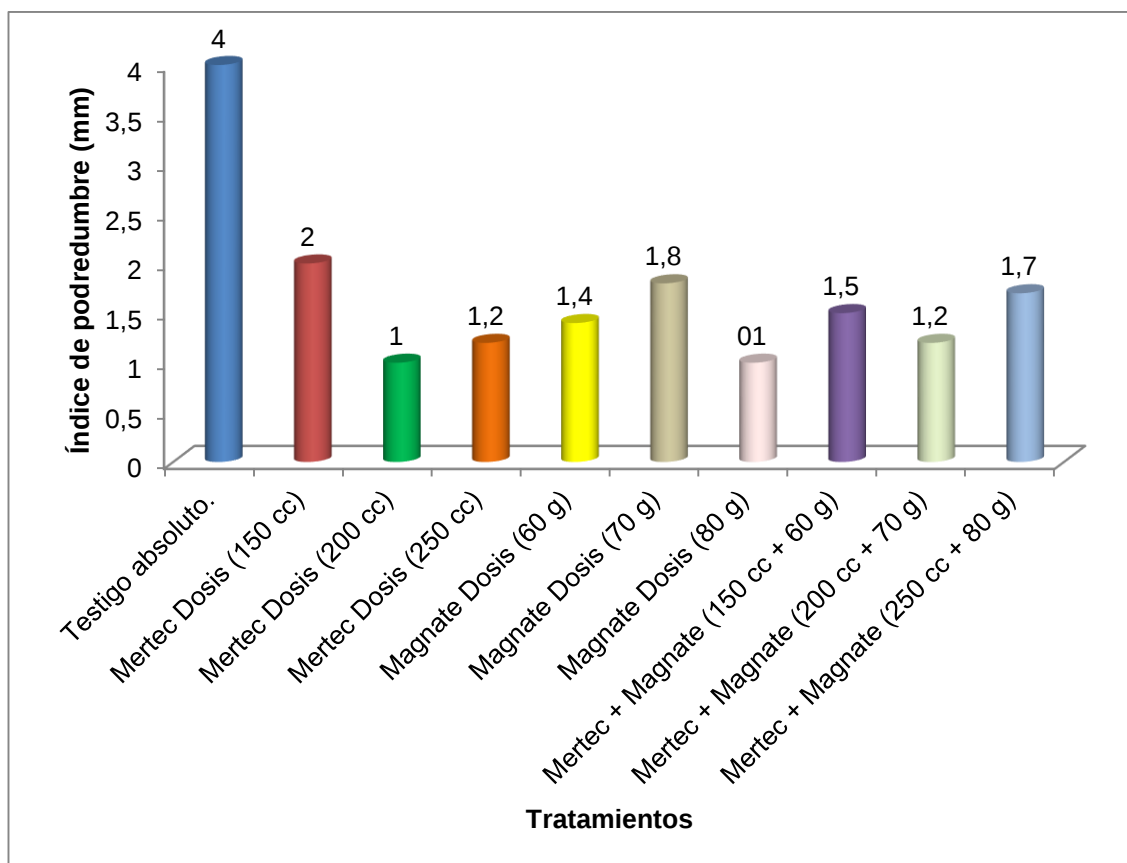


Figura 1. Penetración de pudrición de corona (mm) en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (*Musa spp*).

4.1.4. Índice de maduración

Dentro del índice de maduración se obtuvieron los siguientes resultados: el tratamiento testigo obtuvo un índice de 4 (más amarillo que verde), el menor valor se reportó con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) con un índice 2 (verde oscuro). Se observó que el tratamiento Mertec Dosis (150 cc) reportó el índice 5 (amarillo con puntos verdes).

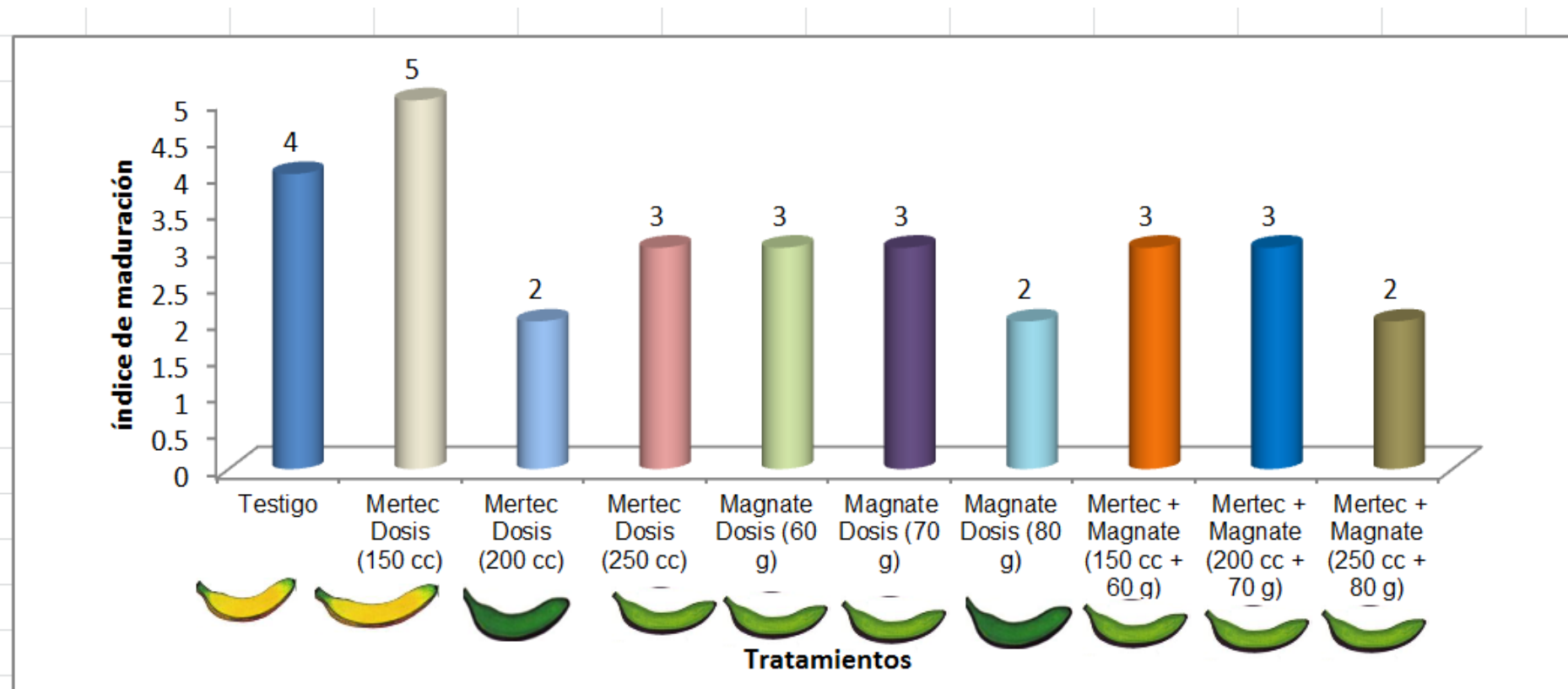


Figura 2. Índice de maduración en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de Banano (*Musa spp.*).

4.2. Discusión

En base a los resultados se discute lo siguiente:

Alcanzando el menor promedio de cobertura (60%) el tratamiento testigo el cual mostró un grado de podredumbre bastante elevados, pero los tratamientos a base de Mertec y Magnate con dosis de (250 cc + 80 gr) obtuvo el promedio más bajo con 1,0 mm por su parte estos resultados son superiores a los reportados por Ávila y Vintimilla (2007) quienes evaluó al nivel de laboratorio y postcosecha el comportamiento de tres concentraciones de una mezcla de microorganismos benéficos (EM5) con y sin una cera (Verdiol al 2.5%), sobre los hongos *Colletotrichum* y *Fusarium* causantes de la pudrición de corona en banano, existió una pobre inhibición de la germinación de las esporas, alrededor de 19% de inhibición en *Fusarium* y 23% en *Colletotrichum*. En el estudio postcosecha, los tratamientos con EM5 no redujeron la aparición de lesiones y pudrición en la corona. Por su parte Umaña (2009) encontró una disminución del crecimiento de las colonias del 49,5% para *C. musae* y del 49,3% para *F. proliferatum* utilizando el extracto de tomillo los resultados de disminución de la lesión fueron semejantes entre el testigo no tratado y la inoculación con *C. musae*.

Los tratamientos compuesto de Mertec + Magnate con dosis de (250 cc y 80 gr) obtuvo un promedio de 1,3 de la escala antes mencionada pero estadísticamente igual a los tratamientos 5 Magnate (60 g), Magnate (80 g), Mertec + Magnate (150 cc + 60 g) y Magnate (200 cc + 70 g) con promedios de 2,17; 1,60; 1,67 y 1,50 respectivamente en su orden

La mayor penetración de corona se obtuvo en el tratamiento testigo con 4.00 mm, mientras que los tratamientos con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) reportaron 1 mm presentando diferencias estadísticas. Si comparamos los tratamientos con Mertec y Magnate combinados se aprecia mayor penetración de la pudrición de corona. Siendo inferior a los datos

reportados por Dorta (2010) quien utilizó el extracto de corteza de canela, extracto de tomillo rojo, extracto de semillas de cítricos y ácidos orgánicos obteniendo 8,5 mm para penetración en corona.

Dentro del índice de maduración se obtuvieron los siguientes resultados: el tratamiento testigo obtuvo un índice de 4 (más amarillo que verde), el menor valor se reportó con Mertec con Dosis (200 cc) y Magnate Dosis (80 g) con un índice 2 (verde oscuro). Se observó que el tratamiento Mertec Dosis (150 cc) reportó el índice 5 (amarillo con puntos verdes).

En base a los resultados encontrados en la investigación se acepta la hipótesis que expresa “Al utilizar dos moléculas químicas en la fumigación de la corona la incidencia de hongos patógenos de la corona se reduce”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. En todos los caracteres evaluados hubo una respuesta favorable al uso del fungicida Mertec y Magnate (250 cc y 80 gr) para el control de la pudrición de la corona.
2. Los tratamientos compuesto de Mertec + Magnate con dosis de (250 cc y 80 gr) obtuvo un promedio de 1,3 de la escala considerado como óptimo
3. Que los fungicida Mertec y Magnate aplicados la dosis de (250 cc y 80 gr) para el control de la pudrición de la corona tiene una buena compatibilidad
4. Los fungicida Mertec y Magnate aplicados la dosis de (250 cc + 80 gr) para el control de la pudrición de la corona con un buen desleche de la fruta se adhiere con facilidad a la corona

5.2. Recomendaciones

1. Aplicar las dosis comerciales de Mertec y Magnate (250 cc y 80 gr) porque obtenemos un buen control de hongos patógenos causantes de la descomposición de la corona
2. Realizar este tipo de investigación con productos naturales como alternativa para el productor y disminución del impacto ambiental en bananera.
3. Utilizar los fungicidas Mertec y Magnate porque son compatibles en la mezclas para el control de hongos patógenos

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

- Alexopoulos, C; Mims C; Blackwell M. 2006. Introductory mycology. 4 ed. E.U.A., John Wiley & Sons, Inc. 869 p.
- Andrews, J; Tommerup, I. 2010. Advances in plant pathology. San Diego, E.U.A., Academic Press INC. v. 10, 347 p.
- Ávila, L; Vintimilla, M. 2001. Estudio del comportamiento de EM5 sobre hongos *Colleotrichum* y *Fusarium*, causantes de la pudrición de corona en banano de la Región Atlántica de Costa Rica. Proyecto de Graduación. Guácimo, C.R., Universidad EARTH. 79 p.
- Demerutis, C. 2008. Eficacia Biológica del fungicida y bactericida Biocto 6 en el control postcosecha de la pudrición de la corona (*Fusarium semitectum*) en banano. Guácimo, CR, EARTH. 8 p. (Consultoría en Sistemas Postcosecha: Informe Técnico del Proyecto de Investigación).
- Demerutis, C. 2008. Procesos Fisiológicos y Sistemas de Postcosecha. Guácimo, CR, EARTH. 121 p.
- Dorta, E. (2010). Evaluación de cuatro extractos de plantas, una sal inorgánica y un fungicida para el control de la pudrición de corona del plátano. Trabajo fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de La Laguna. Ranawaka y Wijeratnam (2000)
- Ecuador en cifras, 2010. Análisis del sistema agroalimentario del banano en el Ecuador. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. En línea. Disponible en www.ecuadorencifras.com Consultado el 22 de julio de 2013.
- Elango, F. 2009. Manual de laboratorio del curso de manejo de plagas y enfermedades. Uso de un hematocímetro. EARTH, C.R. s.p.

- FAO. 2007. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Serie Tecnología Postcosecha 6. Traducido al español del original en inglés: Improvement of Post-harvest Fresh Fruits and Vegetables
- Green, L; Goos, R. 2007. Fungi asociated with crown rot of boxed bananas. *Phytopathology* 53: 271- 275.
- Janisiewicz, W. 2008. *Pseudomonas syringae* (saprophytic strain) and "Fruit Yeasts". Cornell University, E.U.A. Última actualización 24 de enero del 2000. Consultado 11 abril 2013. Disponible en www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pathogens/pseudomonas_s.html
- Krauss, U; Soberanis, W. 2008. Control de pudriciones postcosecha con extracto de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). *Manejo Integrado de Plagas* 57: 23-28. C.R.,Proyecto CABI –CATIE.
- Labavitch, J; Lange, D. 2007. To Rot or Not to Rot, That is the Question. *Integrated Pest Management* 9: 27-29.
- López, J; Marrero, A. 2008. Use of hot water dips to control the incidence of banana crown rot. *Acta Hortícola* 490: 563 –569. Tenerife, España.
- Mendoza, I; Beltré, J. 2000. Control de la pudrición de la corona en plátano, en la Región Atlántica de Costa Rica. Trabajo de Graduación. Las Mercedes de Guácimo, CR, EARTH. 60 p.
- Marín, D. 2007. Hongos Asociados a la pudrición de la corona del banano. *In* Informe Anual Corporación Bananera Nacional (CORBANA) (1996, San José, C.R.). Costa Rica, Dirección de Investigaciones y Servicios Agrícolas. 67 p.

- Muirhead, I.F. y Jones, D.R. (2000). Diseases of banana, abaca and enset. En "Postharvest disease" (D.R. Jones, ed.), pp. 190-206. CABI Publishing, U.K.
- Osorno y Mejía, 2006. Guía para el reconocimiento de algunos problemas fitosanitarios del cultivo de banano. Pág. 12 – 39.
- Rodríguez, G. 2009. Manejo de la pudrición de la corona en banano orgánico. Trabajo de Graduación. Las Mercedes de Guácimo, CR, EARTH. 37 p.
- Sasaki, J. 2007. Alternativos para sustituir el uso de fungicidas en el tratamiento postcosecha, de la pudrición de corona en banano (Musa AAA). Trabajo de Graduación. Guácimo, CR, EARTH. 48 p.
- Shewfelt, R; Prusia, S. 2007. Challenges in handling fresh fruits and vegetables. In postharvest handling. California, E.U.A., Accademic Press, Inc. 358 p.
- Umaña, G. (2009). Estudio de la pudrición de corona en postcosecha de plátano de producción convencional y ecológica en la región del Caribe de Costa Rica. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Perera (2004)
- Ranasinghe, L.S., Bimali, J. y Krishanthi, A. (2003). Use of waste generated from cinnamon bark oil (*Cinnamomum zeylanicum*) extraction as a post Harvest treatment for Embul banana. Journal of Food, Agriculture and Environment 1 (2): 340-344.
- Win, N.K.K., Jitareerat, P., Kanlayanarat, S. y Sangchote, S. (2007). Effect of cinnamon extract, chitosan coating, hot water treatment and their combinations on crown rot disease and quality of banana fruit. Postharvest Biology and Technology 45(3): 333-340.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza peso por racimo en la aplicación de fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (*Musa spp*).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4257,29	11	387,03	122,58	<0,0001
REP	19,34	2	9,67	3,06	0,0716
trata	4237,95	9	470,88	149,14	<0,0001
Error	56,83	18	3,16		
Total	4314,12	29			
CV (%)	2,49				

Anexo 2. Análisis de la varianza para número de dedos por mano en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (*Musa spp*)”.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34,82	11	3,17	13,46	<0,0001
REP	1,01	2	0,51	2,15	0,1451
trata	33,8	9	3,76	15,97	<0,0001
Error	4,23	18	0,24		
Total	39,05	29			
CV (%)	2,67				

Anexo 3. Análisis de la varianza para número de manos por racimo en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (*Musa spp*)”.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19,74	11	1,79	36,77	<0,0001
REP	0,42	2	0,21	4,32	0,0294
trata	19,32	9	2,15	43,98	<0,0001
Error	0,88	18	0,05		
Total	20,61	29			
CV (%)	2,84				

Anexo 4. Análisis de la varianza para porcentaje de cobertura en la corona en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19,93	11	1,81	10,09	<0,0001
REP	0,27	2	0,13	0,74	0,4901
trata	19,67	9	2,19	12,16	<0,0001
Error	3,23	18	0,18		
Total	23,17	29			
CV (%)	25,43				

Anexo 5. Análisis de la varianza para índice de podredumbre en la corona en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,52	11	1,32	5,67	0,0006

REP	1,4	2	0,7	3,02	0,0741
trata	13,11	9	1,46	6,26	0,0005
Error	4,19	18	0,23		
Total	18,71	29			
CV (%)	22,26				

Anexo 6. Análisis de la varianza para rendimiento de cajas por hectárea en la aplicación de “fungicidas comerciales para el control de hongos patógenos causantes de la descomposición de corona en el cultivo de banano (Musa spp).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	146798,65	11	13345,33	5,77	0,0006
REP	4719,12	2	2359,56	1,02	0,3804
trata	142079,53	9	15786,61	6,83	0,0003
Error	41620,9	18	2312,27		
Total	188419,56	29			
CV (%)	1,79				

Anexo 7. Fotos de la investigación



Foto 1. Fumigación por cámara



Foto 2. Etiquetada de la fruta



Foto 3. Empaque de la fruta



Foto 4. Cámara de maduración



Foto 5. Cierre de la cámara de maduración



Foto 6. Abriendo la cama de maduración a los 31 días



Foto 7. Revisión de la fruta