



Evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Moreno Ruiz, Karol Daniela

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio Mgs.

Director

Santo Domingo – Ecuador






24 de Marzo del 2021

Curiginal

Document Information

Analyzed document	MORENO RUIZ KAROL-URKUND.docx (D99236946)
Submitted	3/22/2021 6:44:00 PM
Submitted by	VACA PAZMIÑO EDUARDO PATRICIO
Submitter email	epvaca@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	epvaca.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS DANIEL BERMELLO (1) (1).doc Document TESIS DANIEL BERMELLO (1) (1).doc (D12466344)		1
W	URL: https://library.co/document/qmjekj9q-estudio-tratamientos-hidrotermicos-podredumb ... Fetched: 7/30/2020 6:42:25 AM		1
W	URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14469/1/T-ESPESD-002832.pdf Fetched: 6/21/2020 8:15:36 PM		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS JHINSO- ESTEFANIA URKUND.docx Document TESIS JHINSO- ESTEFANIA URKUND.docx (D35933690) Submitted by: epvaca@espe.edu.ec Receiver: epvaca.espe@analysis.orkund.com		2
SA	PETITO 04NOV 2° CORRECCION.docx Document PETITO 04NOV 2° CORRECCION.docx (D16012116)		1
W	URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14428/3/T-ESPESD-002831.pdf Fetched: 5/7/2020 1:30:55 AM		1

Firma



Ing. Vaca Pazmiño Eduardo Patricio, Mgs.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación titulación "Evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas" fue realizado por el estudiante Moreno Ruiz Karol Daniela el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerza Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente

Santo Domingo, 24 de marzo del 2021

Firma

Ing. Vaca Pazmiño Eduardo Patricio, Mgs.



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Moreno Ruiz Karol Daniela con cédula de ciudadanía n° 2300510134 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "Evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas

Santo Domingo, 24 de marzo del 2021

Firma



Karol Daniela Moreno Ruiz

CC: 2300510134



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Moreno Ruiz Karol Daniela con cédula de ciudadanía n° 2300510134 autorizo a la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación "Evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Santo Domingo, 24 de marzo del 2021

Firma

Karol Daniela Moreno Ruiz

CC: 2300510134

Dedicatoria

Todos mis logros siempre serán dedicados a Dios y a las personas más importantes de mi vida.

A mis padres, Mario Moreno y Ximena Ruiz; no me alcanza la vida para devolver todo lo que han hecho por nuestra familia, solo me queda ofrecerles mi infinita gratitud y amor incondicional.

A mi hermano Andrés Moreno, mi incondicional compañero de vida, mi amigo y mi ejemplo a seguir.

A mi sobrina Samantha Moreno, quien desde su llegada al mundo ha transformado nuestra forma de ver la vida.

A mis abuelos, quienes con su sabiduría, ternura y serenidad han estado siempre en el momento oportuno para guiarme.

Los amo.

Karol Daniela Moreno Ruiz

Agradecimiento

Son muchas las personas que me han brindado su apoyo y ayuda para la ejecución de mi proyecto de titulación y durante toda mi vida académica en general.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE, donde se forjó el sueño de convertirme en profesional, agradezco a todas las entidades que la conforman y han colaborado para cumplir esta meta.

A mi familia, a quienes me debo; agradezco la paciencia, el amor y apoyo que me han brindado de la forma más pura e incondicional.

Al Ingeniero Patricio Vaca, por su ayuda, consejos y recomendaciones necesarias para culminar el presente trabajo.

A mis amigos, especialmente a Dayana C.; Jayelin P.; Yadira A.; Kevin M.; Juan S. Quienes llegaron a mi vida con su apoyo incondicional, con las palabras correctas en los días más difíciles y sobre todo con su demostración de lealtad y sinceridad; solo me queda agradecer por todos los momentos vividos y expresar el inmenso cariño que siento hacia ellos, siempre los llevo en mi corazón.

Karol Daniela Moreno Ruiz

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Análisis Urkund.....	2
Certificado del director.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de tablas	12
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Capítulo I.....	16
Introducción.....	16
Revisión de literatura.....	18
Cultivo de orito	18
Características botánicas	18
Requerimientos edafoclimáticos.....	19
Latitud y altitud.....	19
Temperatura	19
Contenido nutricional	20
Enfermedades más importantes.....	21
Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijensis</i>)	21
Estrategias de manejo.....	21
Mancha Chloridium o mancha rojiza (<i>Chloridium musae</i>)	22

Estrategias de manejo.....	22
Mancha cordana (<i>Cordana musae</i>)	22
Estrategias de manejo.....	23
Punta de cigarro (<i>Verticillium theobromae</i>).....	23
Agente causal.....	23
Estrategias de manejo de la enfermedad.....	24
Clasificación de fungicidas.....	25
Modo de acción	25
Fungicidas protectantes	26
Fungicidas sistémicos.....	28
Mecanismo de acción	30
Alternativas de fungicidas químicos para el manejo del hongo causante de la punta de cigarro (<i>Verticillium theobromae</i>)	30
Estrobilurina.....	31
Benzimidazol.....	31
Triazol	32
Otras alternativas para el manejo de <i>Verticillium theobromae</i>	32
Metabolitos de especies de <i>Trichoderma</i>	32
<i>Bacillus subtilis</i> Cepa QST 713	33
Silicio.....	34
Sulfato de cobre pentahidratado	34
Investigaciones relacionadas al manejo de <i>Verticillium theobromae</i>	35
Resistencia de <i>Verticillium theobromae</i> a los fungicidas Benzimidazoles en Marruecos	36
Capítulo III.....	38
Materiales y métodos	38
Materiales.....	39

Materiales de campo	39
Materiales de oficina	39
Métodos.....	39
Diseño experimental	39
Factores a probar	39
Tratamientos a comparar.....	40
Tipo de diseño.....	40
Repeticiones o bloques	41
Características de las UE	41
Análisis estadístico	41
Esquema de análisis de varianza	41
Coficiente de variación.....	42
Análisis funcional	42
Análisis económico	42
Variables a medir	43
Dedos afectados por <i>Verticillium theobromae</i>	43
Porcentaje de racimos afectados	43
Porcentaje de dedos sanos	44
Incidencia de la enfermedad en la plantación	44
Métodos específicos de manejo del experimento	45
Delimitación de parcelas	45
Selección de plantas.....	45
Control de malezas	45
Deshije	45
Deshoje	46
Desflore.....	46

Enfunde.....	46
Desbellote.....	47
Deschante.....	47
Fertilización inicial.....	47
Tratamiento poscosecha.....	47
Comercialización.....	48
Exportación.....	48
Mercado local.....	49
Aplicación de tratamientos.....	49
Capítulo IV.....	51
Resultados y discusión.....	51
Porcentaje de dedos afectados.....	51
Porcentaje de dedos sanos.....	55
Porcentaje de racimos afectados.....	58
Incidencia de la enfermedad.....	60
Rendimiento (Número de cajas).....	63
Análisis económico.....	66
Capítulo V.....	67
Conclusiones y recomendaciones.....	67
Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	68
Capítulo VI.....	69
Bibliografía.....	69

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional del banano orito	20
Tabla 2. Clasificación de fungicidas protectantes según el grupo químico	26
Tabla 3. Clasificación de fungicidas sistémicos según el grupo químico	28
Tabla 4. Descripción de los tratamientos a evaluar	40
Tabla 5. Esquema del análisis de varianza.	41
Tabla 6. Escala visual propuesta para evaluar la severidad de <i>Verticillium theobromae</i>	44
Tabla 7. Descripción de tratamientos a aplicar.	50
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable porcentaje de dedos afectados en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	51
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable porcentaje de dedos sanos en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	55
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de racimos afectados en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	58
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable incidencia de la enfermedad en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	60
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	63
Tabla 13. Análisis costo beneficio en la evaluación de alternativas de manejo de <i>Verticillium theobromae</i> en banano orito (<i>Musa acuminata</i> AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.	66

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo.....	38
Figura 2. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos afectados en la primera evaluación	52
Figura 3. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos afectados en la segunda evaluación.	53
Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos sanos en la primera evaluación.	56
Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos sanos en la segunda evaluación.	57
Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de racimos afectados	59
Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de la enfermedad en la primera evaluación.	61
Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de la enfermedad en la segunda evaluación.	62
Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento	64

Resumen

Evaluar alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas para establecer un plan de manejo agronómico y generar información a nivel local. La investigación se realizó en una de las plantaciones de la Corporación de Producción y Comercialización “Unión Carchense”, ubicada en el km 12 vía Julio Moreno, recinto Unión Carchense, coordenadas UTM: 0°20'47,6" S 79°10'27,7"W, 730 msnm, 24- 26 °C, precipitación de 2658 mm y humedad relativa de 85 %. Se evaluó diferentes alternativas de manejo de *Verticillium Theobromae* en banano orito. Para esta investigación se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en la utilización de silicio, Sulfato de cobre, fungicida difenoconazole, metabolitos de *Trichoderma* y *B. subtilis*, así como un testigo; todos los tratamientos fueron aplicados durante la labor de enfunde para medir su efectividad sobre el manejo del hongo. Se obtuvieron diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas, determinándose que el ingrediente activo difenoconazole en dosis de 0,8 cc/l presenta la mayor eficiencia en el manejo de la enfermedad obteniéndose un 99,89% de dedos sanos, un menor porcentaje de racimos afectados (12,9%) y un ratio de 1,96; siendo su proyección 1741,61 (T6) cajas/ha el ingreso económico es el más alto con un valor de \$ 8.708,05 por hectárea al año, y con una relación de costo/ beneficio de \$3,07.

Palabras clave:

- **BANANO ORITO**
- **VERTICILLIUM TEOBROMAE ORITO**
- **PUNTA DE CIGARRO ORITO**
- **ENFERMEDADES ORITO**
- **DIFENOCONAZOLE ORITO**

Abstract

Evaluate management alternatives for *Verticillium theobromae* in orito banana (*Musa acuminata* AA) in Santo Domingo de los Tsáchilas to establish an agronomic management plan and generate information at the local level. The research project was carried out within the facilities of the “Unión Carchense” Production and Marketing Corporation, located at km 12 via Julio Moreno in the Unión Carchense campus, UTM coordinates: 0 ° 20'47.6 " S 79 ° 10'27.7"W, 730 masl, 24- 26 ° C, precipitation: 2658 mm and relative humidity of 85%. Different management alternatives for *Verticillium Theobromae* in Orito banana. To carry out the present investigation, a completely randomized block design (DBCA) with 6 treatments and 4 repetitions was applied. The treatments consisted of the use of Trichoderma metabolites, B. subtitilis, silicon, copper sulfate, difenoconazole and a control; which were applied during the sheathing work to see their effectiveness in managing the fungus. Significant differences were obtained in most of the variables evaluated. It was determined that the active ingredient difenoconazole in a dose of 0.8 cc / l is the most efficient for the management of the disease with which 99.89% of healthy fingers were obtained, a lower percentage of affected bunches (12, 9%) and a ratio of 1.96; with a projection of 1,741.61 (T6) boxes / ha and with the highest income of \$ 8,708.05, a cost / benefit ratio of \$ 3,076.

Keywords:

- **BANANA ORITO**
- **VERTICILLIUM THEOBROMAE ORITO**
- **CIGAR POINT ORITO**
- **DISEASES ORITO**
- **DIFENOCONAZOLE ORITO**

Capítulo I

Introducción

Actualmente el banano orito (*Musa acuminata* AA) está considerado como un producto de gran importancia socioeconómica a nivel provincial, por varias razones; entre ellas la importante generación de empleo que está desarrollando, manejo tradicional y su alto nivel de aceptación en el mercado internacional por sus características organolépticas.

En el Ecuador existe una producción de esta fruta en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Guayas, Chimborazo, El Oro, Bolívar y Santo Domingo de los Tsáchilas. A nivel nacional, existen dos zonas de mayor producción; Bucay y La Maná. Dentro de la zona de estudio se cuenta con alrededor de 350 ha en producción.

El orito es una fruta que presenta un potencial de exportación muy evidente ya que es muy codiciado por su sabor exclusivo a nivel internacional. El rendimiento admisible en el lapso del año del banano orito es de 25 cajas de 16 libras/semana/hectárea. El rendimiento real oscila entre 14 y 16 cajas/ha/semana; 15 a 20 en temporada lluviosa y 10 a 15 en temporada seca, considerando que en algunas zonas se requiere de hasta 3 racimos para hacer una caja con un peso de 16 libras.

Existe una escasa información acerca del cultivo de orito y experiencia de campo acerca del manejo de este hongo por lo que la mala elección de agroinsumos y su posterior uso incorrecto para el manejo en general, afectan al productor, al ambiente, eleva los costos de producción y no satisface los requerimientos fitosanitarios necesarios para el cultivo.

La importante pérdida que se da en la fruta debido al ataque de hongos principalmente por *Verticillium theobromae* también conocida como “punta de cigarro” que se presenta como un arrugamiento y oscurecimiento del perianto del futo con presencia de micelio limita la exportación debido a los estrictos requisitos y características necesarias que debe tener la fruta para el proceso de exportación a los diferentes destinos.

Las pérdidas se elevan a causa de infecciones fungosas y a esto se le añade malas prácticas de manejo del cultivo, labores culturales en base a floración, etapa de cosecha y falta de conocimiento de manipulación poscosecha además de los bajos rendimientos por hectárea han permitido que se reduzca la cantidad y calidad de producto exportable para el mercado; lo que da lugar a la directa disminución de los ingresos al productor.

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas necesita la tecnificación del cultivo de orito, cosecha y procesos de agroindustria ya que existen restricciones en su comercialización que no proceden de los problemas por la introducción del producto al mercado sino de la presencia de los problemas fitosanitarios que atacan al fruto, principalmente las enfermedades fungosas, la sensibilidad al manejo en el transporte, maduración de la fruta y exhibición teniendo en cuenta que existe poca documentación disponible.

El manejo del cultivo de orito en general es realizado de forma tradicional ya que al existir una escasa información y experiencias acerca del control y manejo de hongos que afectan al cultivo principalmente *Verticillium theobromae* del cual se desconoce el porcentaje de pérdidas en la plantación. Se considera importante el conocimiento de alternativas de insumos que dispone el mercado ya sean agroquímicos, orgánicos o biológicos que permitan disminuir la incidencia de este problema fitosanitario limitante y así determinar la mejor opción aplicable en la zona de Santo Domingo logrando una reducción de pérdidas y un adecuado rendimiento de la producción del cultivo.

Por este motivo es importante generar información local acerca de una correcta tecnificación del cultivo de banano orito la cual permita al productor garantizar un buen estado fitosanitario del cultivo ya que este producto tiene una gran aceptación en el mercado internacional y su demanda está en ascenso a nivel nacional y local con nuevas opciones de procesamiento para ofrecer nuevas alternativas de consumo que generen mayor rentabilidad a las zonas productoras de orito en la provincia.

Capítulo II

Revisión de literatura

Cultivo de orito

Características botánicas

El fruto de *Musa acuminata* AA es de pulpa con coloración amarilla, textura suave, viscosa y con un aroma característico penetrante. Sus racimos son de tamaño pequeño, cuenta con una cantidad considerable de dedos pequeños, gruesos y disposición recta (Salazar, 2017).

La maduración de sus frutos es rápida y se diferencia de las demás variedades de banano por las siguientes características:

Fruta:

- Aroma, sabor, tamaño
- Elevado contenido de almidón
- Contenido nutricional (vitaminas) (Salazar, 2017).

Planta:

- Posee hojas de mayor longitud y menor inclinación
- Mayor tolerancia a la sigatoka negra (requiere menor utilización de agroquímicos) (Salazar, 2017).

La planta de orito tiene una altura que fluctúa entre los 2,5 - 4 metros de altura lo que le permite resistir vientos fuertes. Presenta un pseudotallo con coloración amarillo verdosa con una gran cantidad de tonalidades color café (Salazar, 2017).

Un racimo de orito puede tener de 6 – 13 manos; con 100- 290 dedos (Salazar, 2017).

Sistema radicular:

Lo constituyen raíces primarias y secundarias que están en constante emisión, ésta se reduce después de la floración. Las raíces primarias alcanzan de 5 a 8 mm de diámetro aproximadamente y 3 m de longitud (Robinson & Galán, 2010).

Rizoma:

El rizoma es el tallo verdadero de la planta de banano orito y es también conocido como cormo. El lugar de desarrollo de ésta estructura (meristema apical) es un arco aplastado donde se forman las hojas y posteriormente se encuentra la estructura floral (Robinson & Galán, 2010).

Requerimientos edafoclimáticos

Latitud y altitud

La latitud reúne todas las condiciones adecuadas para que exista un buen rendimiento; es aproximadamente a 15° al Norte y Sur del Ecuador; pero existe un buen rendimiento hasta los 30° (Intagri, 2018).

En cuanto a altitud; la mayoría de las plantaciones de orito se encuentran entre 400 hasta 2000 600 msnm; estos datos son expuestos como recomendación en el banano orito. La altitud es un factor limitante ya que puede retrasar periodos del ciclo vegetativo del cultivo cuando se va aumentando la altitud (Intagri, 2018).

Temperatura

La temperatura es un factor regulador del cultivo de orito; los rangos óptimos oscilan entre 20- 30 °C (mejor rendimiento y ciclos más cortos) (Intagri, 2018).

Contenido nutricional

Por cada 100 gramos de banano orito maduro:

Tabla 1

Composición nutricional del banano orito

Nutrientes	Cantidad
Humedad (g)	68,9
Energía (kcal)	111
Proteína (g)	1,20
Grasa total (g)	0,20
Colesterol (mg)	-
Glúcidos (g)	29,20
Fibra (g)	0,60
Ceniza (g)	0,5
Calcio (mg)	6
Hierro (mg)	0,70
Caroteno (mg)	0,3
Vitamina A (mg)	26,67
Vitamina C (mg)	16
Vitamina D (μ)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 (μ)	-
Folato (μ g)	0

(Valencia, 2012).

Enfermedades más importantes

Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*)

El INIAP ha diagnosticado ésta enfermedad en algunas plantaciones de orito. Es reconocida por la aparición de manchas oscuras en las hojas. Las manchas aumentan su tamaño conforme se desarrolle la enfermedad (Guirachocha & Quiroz, 2003).

La presencia de *Mycosphaerella fijensis* en el orito no es significativa ya que se ha observado un bajo porcentaje proveniente de diferentes zonas. Es probable que la enfermedad no se desarrolle hasta su máxima fase de daño debido a la altitud en la que se produce el cultivo (Guirachocha & Quiroz, 2003).

La infección es propia del campo, el patógeno no ataca directamente al fruto pero a nivel de poscosecha puede llegar a causar daños como decoloración de pulpa, una maduración acelerada, sabores, aromas poco frecuentes y peligro de daño a temperaturas bajas (Hurtado, 2016).

Estrategias de manejo

Se considera que el control de la sigatoka se lo realiza mediante un manejo integrado de la enfermedad:

Resistencia genética:

Utilización de variedades con resistencia parcial:

- Fougamou
- Sedita
- Pisang Mas
- Pisang Ceylan (Álvarez, 2013).

Manejo Cultural:

- Usar material vegetativo certificado
- Elaboración de drenajes
- Asociación de cultivos

- Correcta fertilización mineral
- Deshoje (si el daño supera el 50% de daño)
- Cirugía (Eliminación de fragmentos de hoja con estado 3 a 6)
- Deshije
- Manejo de malezas (Álvarez, 2013).

Manejo Químico:

- Aplicación de fungicidas bajo altas presiones del inóculo
- Efectuar las labores de deshoje y cirugía antes de las aplicaciones
- Intercalar los fungicidas de acuerdo a su modo de acción (sistémico-Contacto) con ayuda de dispersantes y coadyuvantes (Álvarez, 2013).

Mancha Chloridium o mancha rojiza (*Chloridium musae*)

Ésta enfermedad consiste en la presencia de manchas de pequeño tamaño de coloración rojiza en toda el área foliar de la planta; principalmente en hojas bajas. Si no se maneja a tiempo, la enfermedad puede afectar de manera significativa al desarrollo de la planta y en la producción de racimos (Guirachocha & Quiroz, 2003).

Estrategias de manejo

Las plantaciones que se ubican en lugares húmedos son más susceptibles. Se considera que el control de ésta enfermedad se lo realiza mediante un manejo integrado igual o similar al de la sigatoka negra (EcuRed, 2016).

Químico: Se recomienda el uso de fungicidas a base de Cobre (Oxicloruro de cobre) (EcuRed, 2016).

Mancha cordana (*Cordana musae*)

Ésta enfermedad consiste en la presencia de manchas ovales ubicadas indistintamente en el área foliar de la planta principalmente en hojas bajas; puede

originar una pérdida de una excesiva cantidad de hojas. En algunas zonas productoras del cultivo de orito se ha observado todo tipo de manchas durante la época de verano y en otras zonas no hay diferencia entre épocas (Guirachocha & Quiroz, 2003).

Estrategias de manejo

Las plantaciones que se ubican en lugares húmedos son más susceptibles y la aplicación constante de aceite mineral favorece el crecimiento del hongo.

Se considera que el control de ésta enfermedad se lo realiza mediante un manejo integrado igual o similar al de la sigatoka negra (EcuRed, 2016).

Químico:

Se recomienda el uso de fungicidas a base de Cobre (Oxicloruro de cobre) (EcuRed, 2016).

Punta de cigarro (*Verticillium theobromae*)

Es una podredumbre causada por el ascomiceto *Verticillium theobromae*, a nivel de campo este hongo puede permanecer durante un largo periodo siempre y cuando exista un nivel de humedad idóneo para su desarrollo, la infección se da en los primeros días de emergencia del fruto; es decir que ataca a estructuras de la flor (perianto); siendo los frutos inmaduros los más susceptibles al daño causado por este hongo (Hurtado, 2016).

Estas estructuras tempranas anteriormente mencionadas suelen contaminarse a nivel de campo por los restos de cosecha en donde se encuentra el hongo (Hurtado, 2016).

Agente causal

Verticillium theobromae pertenece al filum de los Ascomycetes. Este hongo tiene un crecimiento óptimo a los 25°C, se aísla en PDA (Agar papa dextrosa); consta de

un micelio color blanquecino, algodonoso que posteriormente se transforma en color marrón a gris oscuro (Hurtado, 2016).

La enfermedad se puede presentar en frutos maduros y en una etapa avanzada ésta podredumbre puede producir una momificación de tejidos hasta su desintegración (Hurtado, 2016).

Estrategias de manejo de la enfermedad

Actualmente a nivel de campo los principales métodos de manejo de esta enfermedad son:

- Extracción manual de flores ya sean muertas o infectadas.
- Eliminación de bellotas, hojas viejas y brácteas
- Utilización de bolsas de polietileno antes de la formación de las manos (cubrir las flores)
- Aplicación de fungicidas: Benzimidazoles, Imidazoles, Estrobirulinas y productos orgánicos (Hurtado, 2016).

A nivel de cosecha:

- Manipulación cuidadosa (Hurtado, 2016).

A nivel de poscosecha:

- Aplicación de agroinsumos (fungicidas) normalmente usados para el manejo de antracnosis y podredumbre de la corona.
- Asepsia del agua destinada al lavado de la fruta y del lugar de empaque (uso de cloro)
- Uso de inhibidores de maduración
- Atmosferas controladas
- Enfriamiento de la fruta en el menor tiempo posible (14°C) (Pérez, 2013).

Clasificación de fungicidas

Existen varias alternativas de agro químicos disponibles en el mercado; es indispensable tener conocimiento principalmente del modo de acción y momento de aplicación del insumo, es una de las mejores herramientas para poder recomendar el producto apropiado para el manejo de la enfermedad.

Además permite conocer aspectos como:

- La fungitoxicidad del producto, sitio de acción en la fisiología del patógeno
- Grupo químico al cual pertenece
- Evitar que se recomienden productos que conlleven a problemas de resistencia (Arias, 2016).

Modo de acción

El modo de acción indica como el fungicida va a tomar contacto con el hongo fitopatógeno en cuestión para poder dar a conocer su efecto tóxico, de acuerdo al modo de acción los fungicidas se clasifican en:

- Contacto o protectantes (multisitio): Aplicados antes que se presenten la infección, su sitio de acción es durante la geminación de esporas o antes de la penetración del tubo germinativo a nivel celular. Estos fungicidas tienen un mecanismo de acción en el metabolismo del hongo y no generan resistencia (Arias, 2016).
- Sistémicos o curativos (monositio): Aplicados después que se presenta la infección y antes de que los síntomas evolucionen, penetran en el tejido vegetal y son considerados como selectivos, de mecanismo de acción específicos y por lo general si generan resistencia (Arias, 2016).

Los fungicidas sistémicos no están expuestos a lavado por el contacto con el agua (lluvia o riego) y a efectos de aire y luz (Arias, 2016).

Fungicidas protectantes

Tabla 2

Clasificación de fungicidas protectantes según el grupo químico

Grupo químico	Ingrediente activo	Propiedades y mecanismos de acción
Fungicidas Cúpricos	SO ₄ + cal apagada= Caldo bordelés Oxicloruro de cobre Hidroxido de Cobre Oxido cuproso Oxido de cobre	Fungicida (peronosporales, bacterias, algas, líquenes, musgos (multisitio))
Mezclas de Azufre	Azufre micronizado Azufre en suspensiones concentradas (floables) Cal- Azufre	Oídios y otros hongos
Fungicidas Estañados	Trifenil acetato de estaño Tiuram Tiuram + Carboxin Ziram Maneb Zineb Mancozeb Metiram Propineb	Ficomisetos y otros; no Oídios
Derivado del benceno	Clorotalonil	Amplio espectro (incluye oidio)
Cloronitrobenceno	Pentacloronitrobenceno (PCNB)	Desinfección edáfica y de y semillas
Dicarboximidias	Iprodione Vinclozolin	Botrytis, monilla, scletortinia.

Procymidone		
Carboximidas	Prochloraz	Amplio espectro, no ficomicetos
Guanidinas	Dodina (protectante y sistémico)	Venturia inequalis
Dinitrofenol	Dinocap	Oidios y ácaros
Cloronitroanilina	Ditranil	Desinfección de semillas
Quinolaxina	Quinomethionato	Oidios y ácaros
Fenilsulfonato	Fenamiosul	Phytophthora cinnamoni
	Nitrotal- isopropyl	
Piperalinas	Piperalina	Oidios
Estrobirulinas	Metilo kresoxim	Amplio espectro inclusive ficomicetos
	Fluazinam	Oidios

(Arias, 2016).

Fungicidas sistémicos

Tabla 3

Clasificación de fungicidas sistémicos según el grupo químico

Grupo químico	Ingrediente activo (IA)	Propiedades y mecanismos de acción
Cúprico	SO ₄	Fungicida y bactericida
	Benomyl	Amplio espectro, no ficomicetos
	Tiabendazol	(inhíben
Benzimidazoles	Carbendazim	biosíntesis a nivel de núcleo y mitosis)
	Tiofanato metílico	
	TCMTB	Amplio espectro inclusive ficomicetos y bacterias
	Ethirimol	
Pyrimidinas	Dimethirimol	Oidios (Inhiben la biosíntesis de ergosterol)
	Fenarimol	
	Pinazophos	
Minopirimidina	Bupirimato	Oidios y otras (IBE)
Morfolinas	Tridemorp	Oidios y otras (IBE)
	Dodemorph	
Piperazinas	Triforina	Amplio espectro, no ficomicetos
	Carboxina	Desinfección de semillas,
	Tiuram	material vegetativo y
Carboximidias	Captan	desinfección de suelos.
	Oxicarboxina	Royas (Inhibe ciclo de Krebs)
	Pyracarbolid	Oidios (Inhibe ciclo de Krebs)

	Triadimefon	
	Triadimenol	
	Propiconazol	
	Penconazol	
Triazoles	Cyproconazol	Amplio espectro (Oidios, royas) no ficomicetos
	Bitertanol	
	Etaconazol	
	Hexaconazol	
	Flusilazol	
	Difenoconazol	
	Epoxiconazol	
	Terboconazol	
	Diclobutrazol	
	Flutriafol	
	Myclobutanyl	
Imidazoles	Imazalil	Amplio espectro, No ficomicetos
Fenilaminas	Furalaxyl	Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)
Acilalaninas	Metalaxyl	Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)
Acilaminas	Benalaxyl	Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)
Oxaolidinona	Oxadyl	Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)
Cloroacetamida	Ofurace	Ficomicetos (Inhiben síntesis

Acetamida	Cymoxanil	de ARN) Ficomicetos (Inhiben síntesis
Carbamatos	Propamocarb	de ARN) Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)
Fosfatos	Fosetyl Aluminio	Ficomicetos (Inhiben síntesis de ARN)

(Arias, 2016).

Mecanismo de acción

El mecanismo de acción indica en donde va a actuar el fungicida, puede darse en los procesos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos y energéticos y se clasifican en dos grupos:

- Interferencia con el proceso patológico
- Efecto directo sobre el patógeno (Arias, 2016).

Los mecanismos de acción de los fungicidas se resumen en 3:

- Inhibición del metabolismo en la obtención de energía
- Interrupción de la biosíntesis de sustancias
- Interrupción en procesos de formación de la estructura celular (Arias, 2016).

Alternativas de fungicidas químicos para el manejo del hongo causante de la punta de cigarro (*Verticillium theobromae*)

A continuación se presentan algunas posibles alternativas para el manejo de *V. theobromae* basadas en los grupos químicos teniendo en cuenta criterios para la rotación de agroquímicos:

Estrobilurina

Las estrobilurinas son un grupo químico eficaces contra algunos hongos fitopatógenos. Proviene de un metabolito secundario perteneciente al hongo *Strobilurus tenacellus*. Las estrobilurinas tiene un efecto de bloqueo de proceso respiratorio e inhibe la síntesis de ergosterol en los hongos, así como reduce el riesgo de persistencia de cepas resistentes (Syngenta, 2019).

Algunas estrobilurinas cuentan con un perfil donde se dan efectos complementarios en la planta que van a ser reflejados en la cosecha:

- Reducción de la respiración
- Retraso de la senescencia
- Activación del metabolismo del Nitrógeno
- Tolerancia a factores abióticos como el estrés (DuPont, 2015).

Recomendaciones para el uso de estrobilurinas:

- Se deben utilizar en tratamientos preventivos.
- Se deben aplicar en dosis recomendadas por el fabricante.
- No deben constituir más de 50% del número total de aplicaciones en una temporada.
- Cuando se utilicen 2 o 3 estrobilurinas deben ser separadas por 2 aplicaciones de un fungicida perteneciente a otro grupo químico para evitar resistencia (Syngenta, 2019).

Benzimidazol

Los benzimidazoles son hidrocarburos aromáticos; son una fusión de benceno e imidazol. En este grupo químico se encuentran fungicidas sistémicos de amplio espectro que actúa sobre diversas enfermedades originadas con hongos de varias familias; actúan sobre hongos foliares, son utilizados para desinfección de suelo y para prevención de hongos que afectan a nivel de poscosecha (Cortes, 2014).

Triazol

Los fungicidas pertenecientes al grupo químico de los triazoles tienen un mecanismo de acción sistémico a nivel de xilema. Los triazoles detienen el crecimiento y desarrollo del hongo patógeno ya que inhibe la producción y síntesis de precursores biológicos como el ergosterol por lo que afecta directamente a la membrana celular (Martínez & Escalante, 2013).

Uno de los fungicidas que se encuentra dentro de este grupo químico es el Difenconazole. Según (Syngenta, 2013) se trata de un fungicida con mecanismo de acción sistémico y se utiliza de forma preventiva y curativa, tiene ventajas respecto a su época de aplicación ya que es de inmediata absorción, mantiene un control de los hongos desde sus etapas de desarrollo inicial y reduce la esporulación del mismo.

Otras alternativas para el manejo de *Verticillium theobromae*

Se han desarrollado diversas tecnologías para el control de podredumbres generadas por el complejo de hongos que atacan al cultivo de banano orito para suplir el uso de agro químicos por varias razones principalmente la presencia de toxicidad y de residuos que limitan la comercialización del producto. Es por ello que se han generado alternativas que generen un menor impacto en el ecosistema; productos no contaminantes y que puedan ser reproducibles a nivel comercial, estos pueden ser:

- Físicos
- Químicos de bajo riesgo
- Biológicos (Hurtado, 2016).

Metabolitos de especies de *Trichoderma*

(Infante, Martínez, & González, 2009) Mencionan que *Trichoderma* es un género de hongos saprófitos que necesitan altas cantidades de materia orgánica en el medio que subsisten, presentan plasticidad ecológica, se localizan en todas las altitudes y es un excelente hongo para ser utilizado como controlador de patógenos.

Las especies de este género se recalcan para el manejo de hongos. Los mecanismos de acción de éste género de hongos les permiten tener un resultado de regulador biológico en el que se incluye:

- La competencia por el sustrato
- Inhibición de enzimas.
- Resistencia provocada (Infante, Martínez, & González, 2009).

(Infante, Martínez, & González, 2009) Mencionan que las especies del género *Trichoderma* más ampliamente utilizadas para el control de fitopatógenos de importancia como *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (E.F. Smith) Snyd. Y Hans, *Fusarium roseum* Link, *Botrytis cinérea* Pers, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Sclerotinia spp.*, *Phytophthora spp.*, *Alternaria spp.*, entre otros.

Entre los metabolitos secundarios de *Trichoderma* se encuentra el ácido- 3- indolacético (hormona de crecimiento) el cual conlleva al aumento de mecanismos de protección de la planta. Se considera que el uso de estos metabolitos de especies de *Trichoderma* puede ampliar las opciones para el sostenimiento y rendimiento en los cultivos (Ortuño, Miranda, & Claros, 2013).

***Bacillus subtilis* Cepa QST 713**

Con el nombre comercial “RHAPSODY 1,34 SC”; se trata de una bacteria Gram positiva con características de supervivencia en ambientes extremos. Según (Bayer S.A., 2018) se trata de un fungida biológico preventivo y curativo que interviene formando una defensa física en el lugar de aplicación.

Se conoce que el mecanismo de acción tiene origen en la producción de lipopéptidos los cuales previenen y evitan la colonización del organismo patógeno ya que realizan procesos como inhibición del crecimiento de estructuras principalmente de tubo germinativo y así mismo produce una perforación a nivel de membrana celular del hongo con bajas posibilidades de generación de resistencia (Bayer S.A., 2018).

Silicio

Cuando se utiliza silicatos de forma edáfica o foliar la planta lo absorbe como ácido Monosilícico (H_4SiO_4), este desplaza los iones fosfato (H_2PO_4) el cual se halla fijado por óxidos e hidróxidos de Fe y Al (Sancho & Gadea, 2018).

El Silicato de Magnesio resulta una buena alternativa para contribuir a resolver varios problemas, su uso tiene ventajas como:

- Corrector de problemas de acidez y al mismo tiempo aumenta la concentración de Mg^{2+} en el suelo para diferentes operaciones que intervienen en el metabolismo.
- Puede ser usado como una fuente nutritiva mejorando el estado general de la planta.
- Las plantas se presentan con mayor vigor, tienen un mejor crecimiento vegetativo y una mayor resistencia a factores bióticos y abióticos que afectan su normal desarrollo (Sancho & Gadea, 2018).

Sulfato de cobre pentahidratado

La acción fungicida-bactericida que poseen los compuestos cúpricos es atribuida a su capacidad de liberar permanentemente iones Cu_2+ en el momento de unirse al agua. Según (IQV- Mat Holding, 2016) normalmente los fungicidas cúpricos son utilizados de manera preventiva y curativa y su modo de acción es de contacto; formando una película que recubre el sitio de la planta que generalmente son las hojas, previniendo el ataque de organismos como hongos y bacterias.

El Sulfato de cobre pentahidratado es un fungicida bactericida agrícola que actúa frente a varias enfermedades. Este compuesto actúa en etapas iniciales del ciclo biológico del hongo presente en el cultivo acumulando iones de Cu_2+ lo que va a impedir la esporulación (Agrosad, 2018).

Este compuesto tiene varias acciones frente a los organismos fúngicos, entre ellas se encuentra una actividad reducida a nivel de membrana celular, inhabilitación de procesos biológicos del hongo a nivel respiratorio y en la síntesis de proteínas.

Investigaciones relacionadas al manejo de *Verticillium theobromae*

A continuación se citan investigaciones relacionadas al manejo de *Verticillium theobromae*.

Pudrición de la punta de los frutos del banano en Jamaica: II. *Verticillium theobromae* y *Fusarium spp.*

(Meredith, Pudrición de la punta de los frutos del banano en Jamaica: II. *Verticillium theobromae* y *Fusarium spp.*, 1965) En su investigación presenta información sobre encuestas realizadas en Jamaica acerca de los agentes causales de la pudrición de la punta de los frutos en banano; éstas revelaron que la enfermedad llamada “Punta del cigarro” no se le atribuye únicamente a *Verticillium theobromae*; es decir no es el único hongo asociado ya que todas las muestras de banano encontrados estaban infectados tanto con *V. theobromae* como con *Deightoniella torulosa*.

La germinación del conidio en *V. theobromae* fracasó por debajo del 98% de H.R. y fue máxima con la presencia de una película de agua en la cáscara de plátano. No hubo evidencia de que los tubos germinativos de este hongo puedan penetrar la cutícula sana y las células de la epidermis. En el campo, los síntomas típicos del final de la “punta de cigarro” se desarrollaron en algunos frutos quemados por el sol que habían sido inoculados con conidios de *V. theobromae*; las frutas inoculadas y sin quemar permanecieron libres del hongo. La biología de la infección de *V. theobromae* es discutido. Varios registros de *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* y otras especies de *Fusarium*, asociado con la pudrición de la yema de los dedos de los bananos y plátanos en Jamaica.

***Deightoniella torulosa* (Syd.) Ellis y *Verticillium theobromae* (Turc.) Mason & Hughes asociados con una pudrición de la punta de frutos de banano.**

(Meredith, 1961) En su investigación acerca del brote de la enfermedad “puntanegra”, causada por *Deightoniella torulosa*, en una plantación de bananos de Lacatan fue particularmente severo donde se destacó que se le atribuye al drenaje del

suelo deficiente y Humedad atmosférica alta. Los síntomas estaban más avanzados que los registrados anteriormente en Jamaica.

En algunos especímenes, hubo una extensa pudrición seca de la pulpa interna, desde que *Verticillium theobromae* fue aislado. *D. torulosa* se aisló de necrosados pelar pero no de la pulpa podrida. Los síntomas externos incluyeron los de ambos enfermedades de “la punta negra” y la “punta del cigarro”. La evidencia sugiere que este tipo de pudrición de la punta es el resultado de una infección primaria por *D. torulosa*, seguida de *V. theobromae*.

La enfermedad que afecta a los frutos del banano “punta negra”, causada por *Deightoniella torulosa* (Syd.) Ellis, es de importancia en la variedad Cavendish, se han encontrado ejemplos aislados de la enfermedad en variedades Cavendish y Lacatan en Trinidad y en el Variedad lacatana en Jamaica. Otra enfermedad que ataca al fruto, conocida popularmente como “Punta de cigarro”, afecta al Cavendish y a otros variedades que crecen en El Caribe como Panamá, Trinidad, Canarias y continente africano. En África Occidental, dos diferentes hongos han sido asociados con la punta del cigarro: estos son *Verticillium theobromae* (Turc.) Mason & Hughes (sin. *Stachylidium theobromae* Turconi) y *Trachysphaera fructigena* Tabor & Bunting. En otros lugares, la enfermedad parece estar causada únicamente por *V. theobromae*. Recientemente, un espécimen aislado del tipo *Verticillium* se registró por primera vez tiempo en Jamaica, en la variedad Cavendish. En este papel, se da cuenta de una infección en la punta de los dedos asociada con *D. torulosa* y *V. theobromae*.

Resistencia de *Verticillium theobromae* a los fungicidas Benzimidazoles en Marruecos

(Boubaker, Saadi, & Boudyach, 2008) En su investigación se obtuvo como respuesta por parte de los productores sobre la reducción de la eficacia de los fungicidas benzimidazoles para el control de la “punta de cigarro”, se realizó una encuesta entre 2002 y 2005 en cuatro lugares de cultivo de banano, con varios antecedentes de uso de benzimidazol, en el valle de Souss-Massa-Draa Agadir para determinar la proporción de aislamientos que fueron in vitro resistentes a benomil y tiofanato-metilo. De los 2 ° 4 aislados, recolectados en las ubicaciones con más de 10

años de uso de benzimidazol, el 65% (180/2 ° 4) fueron resistentes al benomilo, el 6 °% (184/2 ° 4) fueron resistentes al tiofanato-metilo y el 65% fueron resistentes a ambos fungicidas probados a una concentración discriminadora de 10 qg mL '.

Solo el 1,5% de los aislamientos presentó una reacción diferencial a los dos fungicidas. No se detectó resistencia a benomil y tiofanato-metilo en aislamientos recolectados de plantaciones de banano en la ubicación que no tenía antecedentes conocidos de uso de benzimidazoles. Las concentraciones medias efectivas que redujeron el crecimiento en un 50% (CE, t) para aislamientos resistentes de *N. theobromae* estuvieron entre 80 y 9 ° qg mL 'para benomyl y entre 194 a 233 qg mL' para tiofanato-metilo. Por el contrario, otros aislados mostraron valores medios de CE, t para benomilo y tiofanato-metilo de 0,4 ° y 0,91 qg mL ', respectivamente. Los 305 aislamientos de los cuatro lugares muestreados en este estudio fueron sensibles in vitro al clorotalonil a 10 qg mL 'La germinación conidial de los aislamientos sensibles recolectados de plantaciones de banano nunca expuestos a fungicidas de benzimidazol fue completamente inhibida por 1000 qg mL' de benomyl o tiofanato- metilo. Sin embargo, la germinación de conidios de aislamientos resistentes no s e vio afectada por ambos fungicidas probados a 1000 qg mL.

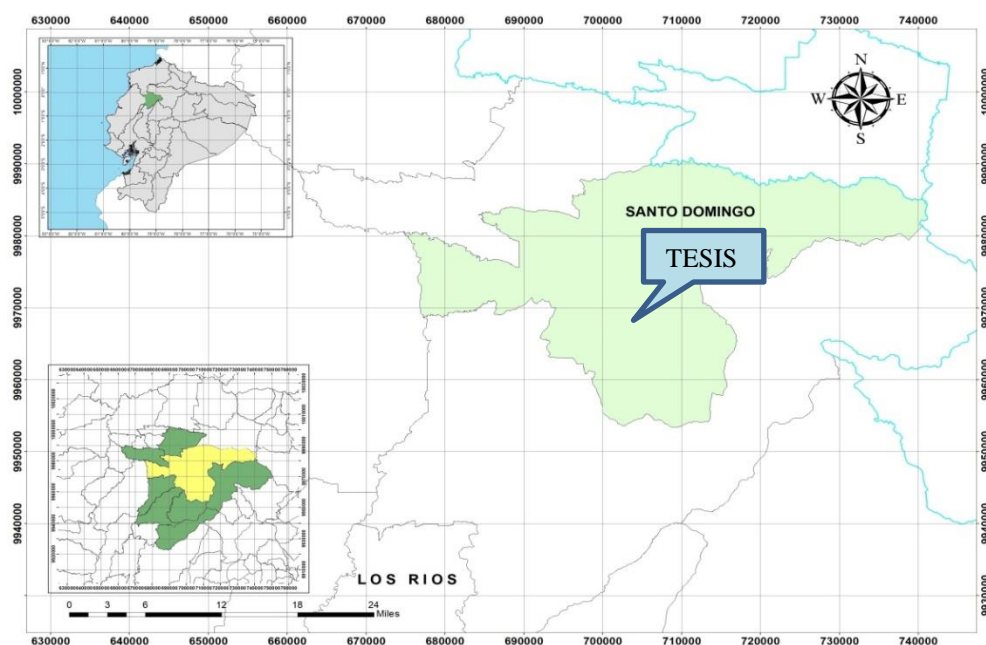
Capítulo III

Materiales y métodos

Mapa de Ubicación geográfica del ensayo

Figura 1

Ubicación geográfica del ensayo



NOMBRE DEL PROYECTO	UBICACIÓN	CADISTA	MAPA	SISTEMA DE COORDENADAS	DE ESCALA
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE <i>Verticillium theobromae</i> EN BANANO (<i>Musa acuminata</i> AA) EN DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	PROVINCIA: SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS CANTÓN: SANTO DOMINGO	KAROL MORENO	MAPA DE UBICACIÓN	PROYECCIÓN: UTM	1/50000 FECHA: FEB-20

Materiales

Materiales de campo

- Medidor de pH
- Fertilizantes
- Agroquímicos
- Bombas a motor y accesorios de fumigación
- Balanzas (g –kg)

Materiales de oficina

- Gps
- Computadora y accesorios
- Material de escritorio
- Cámara fotográfica
- Etiquetas
- Libreta de campo

Métodos

Diseño experimental

Factores a probar

Uso de alternativas de diferentes insumos químicos, orgánicos y biológicos comerciales para el manejo y prevención de la enfermedad llamada “punta de cigarro” causada por *Verticillium theobromae* frente a un tratamiento testigo que será el manejo convencional que le dan los productores de la zona en estudio.

Tratamientos a comparar

Tabla 4

Descripción de los tratamientos a evaluar

Tratamiento	Descripción	Dosis
T1	Tratamiento testigo, manejo convencional	
T2	Aplicación de metabolitos de especies de <i>Trichoderma</i>	3 l/ha
T3	Aplicación de <i>Bacillus subtilis</i>	3 l/ha
T4	Aplicación de Silicio y Calcio	1,5 l/ha
T5	Aplicación de Sulfato de Cobre	2 l/ha
T6	Aplicación de Difenconazole	1 l/ha.

Tipo de diseño

El diseño que se utilizó en la presente investigación es el de Bloques Completos al Azar (DBCA) debido a la heterogeneidad que presentó el terreno donde se instaló el proyecto, ya que además que existe presencia de otros cultivos y especies forestales en los linderos.

$$Y_{ij} = \mu + \beta + \tau_1 + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta (variable de interés o variable media)

μ = Es la media general del experimento

β = Es el efecto del tratamiento

τ_1 = Es el efecto del bloque

ε_{ij} = Es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij}

Repeticiones o bloques

Se realizó cuatro repeticiones para cada uno de los seis tratamientos evaluados.

Características de las UE

- Número de unidades experimentales: 24
- Área de la unidad experimental: 120 m²
- Largo: 10 m
- Ancho: 12 m
- Forma de la UE: Rectangular
- Área de la parcela neta: 24
- Área total del ensayo: 2880

Análisis estadístico

El ensayo contó con seis tratamientos, cuatro repeticiones, teniendo como resultado veinticuatro unidades experimentales.

Esquema de análisis de varianza

A continuación en la tabla 1 se presenta el esquema del análisis de varianza del proyecto.

Tabla 5

Esquema del análisis de varianza.

F.V.	G.L.
Tratamiento	5
Bloque	3
Error experimental	8
Total	16

Coeficiente de variación

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100 =$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación

$CMEE$ = Cuadrado medio del error experimental

X = Promedio de tratamiento

Análisis funcional

El análisis funcional se lo realizó mediante la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5%.

Análisis económico

Para el cálculo del costo total se utilizó la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

CT = Costo total

CF = Costo fijo

CV = Costo variable

Este proceso se realizó mediante un análisis costo- beneficio para poder evaluar la inversión del proyecto de investigación, el objetivo de éste fue comparar los costos frente a los beneficios asociados a la realización del proyecto de investigación.

Variables a medir

Dedos afectados por *Verticillium theobromae*

Por tratamiento se realizó la contabilización del número de dedos afectados por el hongo *Verticillium theobromae* con respecto al número total de dedos existentes por planta. El valor obtenido se expresará en porcentaje según la siguiente formula:

$$IM = \frac{\text{Número de dedos afectados (m)}}{\text{Número total de dedos evaluados}} \times 100$$

Dónde:

IM = Incidencia de *Verticillium theobromae*

m = Número de dedos afectados con *Verticillium theobromae*

N = Número total de dedos evaluados

Porcentaje de racimos afectados

Por tratamiento se realizó la contabilización del número de racimos afectados por el hongo *Verticillium theobromae*. El valor obtenido se expresará en porcentaje según la siguiente formula:

$$IM = \frac{\text{Número de racimos afectados (m)}}{\text{Número total de racimos evaluados}} \times 100$$

Dónde:

IM = Incidencia de *Verticillium theobromae*

m = Número de racimos afectados con *Verticillium theobromae*

N = Número total de racimos evaluados.

Porcentaje de dedos sanos

Por tratamiento se realizó la contabilización del número de dedos sanos por el hongo *Verticillium theobromae* con respecto al número total de dedos existentes por planta. El valor obtenido se expresará en porcentaje según la siguiente formula:

$$IM = \frac{\text{Número de dedos sin enfermedad } (m)}{\text{Número total de dedos evaluados}} \times 100$$

Dónde:

IM = Incidencia de *Verticillium theobromae*

m = Número de dedos sin enfermedad

N = Número total de dedos evaluados

Incidenca de la enfermedad en la plantación

La severidad de la enfermedad aplicada al fruto fue fundamentada con una escala de grados citada por (Guillén, Hernández, & Andrade, 2017).

Tabla 6

Escala visual propuesta para evaluar la severidad de Verticillium theobromae.

Niveles	Índice de severidad	Frutos con síntomas (%)
0	Sin daño	0
1	Daño ligero	0-10%
2	Daño moderado	11-30%
3	Daño Moderado/severo	31- 60%
4	Daño severo	60- 85%
5	Daño muy severo	85- 100%

Métodos específicos de manejo del experimento

Delimitación de parcelas

Se inició con la delimitación de cada una de las unidades experimentales del ensayo; constó de 24 subparcelas divididas con piola y estacas, con un total de 24 plantas por tratamiento.

Selección de plantas

Por cada tratamiento se tomaron en cuenta 4 plantas al azar para la respectiva evaluación, posteriormente se identificó cada una de las plantas en estudio con spray color rojo y blanco.

Para dicha selección se tomó en cuenta las plantas que presentaron la presencia de bellota lista para la labor de enfunde que es efectuada semanalmente.

Control de malezas

Al existir una mayor incidencia de malezas de hoja angosta (*Rottboellia cochinchinensis*); así mismo se encontró en menor cantidad malezas como *Xanthosoma sagittifolium* y *Conyza bonariensis*. La labor se la realizó de forma mecánica con una chapeadora y también se efectuó aplicaciones de insumos químicos (Paraquat 2l/ha; únicamente alrededor de la corona para evitar daño a las plantas hijas).

Deshije

Ésta labor tiene por objeto mantener la densidad adecuada por cada unidad de superficie, regulando el número de hijos por cada una de las unidades de producción; para esta labor se tomó en cuenta la eliminación de hijos en donde exista un excedente de los mismos y los deficientes (Hurtado, 2016). Esta labor fue realizada cada 30 días dejando 2 hijos por planta teniendo en cuenta como criterio de selección el tamaño y estado fitosanitario.

Deshoje

Consistió en eliminar las hojas no funcionales; es decir secas o dobladas las cuales hayan finalizado su proceso fotosintético en la planta y que interfieran con el desarrollo del racimo y que pueden dar lugar a la diseminación del hongo por ser un potencial foco de infección. Se dejó de 7 a 10 hojas funcionales (Hurtado, 2016).

Desflore

El desflore es una de las prácticas más importantes para el manejo de *Verticillium theobromae*; consiste en la eliminación de vestigios de flores que se encuentran aún en la fruta. Es indispensable realizar el desflore posterior al enfunde ya que influye en la correcta formación de la fruta; se conoce que si dicha labor es aplazada estas estructuras florales son utilizadas como hospederos para insectos y hongos patógenos.

Esta labor fue realizada por 3 veces consecutivas cada 2 días a partir del enfunde (Hurtado, 2016). El costo de esta labor se incluye en el mantenimiento total del racimo (\$0,50) que finaliza en la cosecha.

Enfunde

Ésta labor consiste en cubrir el racimo con una funda de polietileno con el fin de proteger de insectos y de la contaminación por esporas del hongo en cuestión. La funda utilizada en esta labor normalmente contiene insecticida (Bifentrina), además se utiliza de forma directa en la bellota Triacloprid+ Spirotetramat (0,8 cc/l) con ayuda de un aspersor para el manejo de trips. Se realizó el enfunde al momento de que haya caído la tercera bráctea de la inflorescencia, es indispensable realizar esta labor en el día adecuado, un retraso en el enfunde puede causar hasta la pérdida total de racimo por susceptibilidad a plagas y enfermedades (Hurtado, 2016).

Desbellote

Una vez formada la última mano del racimo se procedió a realizar esta labor de eliminación de la bellota para permitir un correcto desarrollo y llenado de frutos, el desbellote fue realizado de manera manual (Hurtado, 2016).

Deschante

Es importante la realización de esta labor ya que es necesaria la eliminación de las hojas no funcionales con su pedúnculo ya que al degradarse puede constituir como un hospedero de insectos plaga y de microorganismos patógenos (Hurtado, 2016).

Fertilización inicial

Se inició partiendo de los requerimientos del cultivo, se realizó un plan de fertilización en donde se obtuvo el valor de 100 g y se realizó esta labor antes de la aplicación de los tratamientos. Para ésta labor cultural se utilizaron fertilizantes edáficos y foliares:

Edáfico: Yaramila Hydran

Foliares: Wuxal Calcio (MgO + nitrogene + CALCIUMOXID (32+160+240) G.

Tratamiento poscosecha

El proceso poscosecha consta de 4 fases:

1. Lavado para eliminar el látex

Para esta fase se utilizó 2 tinas con una capacidad de 60 litros cada una donde se utilizó las siguientes sustancias:

Induva (jabón líquido): 120 cc

Polímero: 300 cc

Cloro: 15 cc

2. Lavado final

Para esta fase se utilizó 1 tina con una capacidad de 40 litros donde se utilizó únicamente cloro a razón de 15 cc.

3. Tratamiento químico

Para esta fase se utilizó 1 tina con una capacidad de 60 litros donde se utilizó las siguientes sustancias:

Mertec (Tiabendazol): 160 cc

Polímero: 300 cc

Satisfar (Azoxytrobin): 60 g

Cloro: 2 cc

4. Secado

El proceso de secado fue realizado con ayuda de estructuras llamadas “platos” que permiten la correcta aireación de la fruta.

Comercialización

Exportación

La fruta calificada para exportación debe cumplir con parámetros establecidos por el país de destino; el lugar de estudio comercializa fruta a China y Países Bajos. Se tiene como principal criterio el calibre de la fruta que corresponde a 37, así mismo debe presentar total sanidad (libre de plagas y enfermedades) y excelente apariencia.

A continuación las principales características a considerar en la exportación de orito (baby banana):

- Longitud de los dedos: oscila entre los 12 y 14 cm
- Calibre: 37 mm.
- Número de dedos por mano: Mínimo 9 y máximo 24

- Edad de la fruta: 5 semanas.
- Cajas: peso de 3 y 7 kg (Wisha).
- Empaques: Se utiliza una tapa, Protector plástico (a base de polietileno) para poder separar las manos y evitar lesiones en la fruta.

Mercado local

La producción destinada a mercado local es determinada por el calibre. El calibre de la fruta para exportación es de 37, toda la fruta con un valor superior (38, 39 y 40) se comercializa en supermercados en gavetas de 17 kg con precios que oscilan entre \$2,8 hasta \$4.

Rechazo

La producción destinada al “Rechazo” es aquella que ha tenido incidencia de plagas (Trips) y enfermedades, así como la fruta que no cumple con los rangos correspondientes al calibre de exportación (menor a 37). Toda la fruta catalogada en este grupo es comercializada para la alimentación de animales de las fincas.

Aplicación de tratamientos

Se utilizó un atomizador para cada uno de los tratamientos insumos químicos y biológicos. Las dosis utilizadas fueron las ya establecidas por la casa comercial de cada producto y teniendo en cuenta el momento de aplicación.

A continuación la descripción de los tratamientos a aplicar en el ensayo.

Tabla 7*Descripción de tratamientos a aplicar.*

Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis
TrichoMet	Metabolitos de Hongos del género <i>Trichoderma</i>	3 l/ha
Rhapsody	<i>Bacillus subtilis</i>	3 l/ha
Barrier	Silicio + Calcio	1,5 l/ha
Cufender	Sulfato de Cobre	2 l/ha
Score	Difenoconazole	1 l/ha

Capítulo IV

Resultados y discusión

Porcentaje de dedos afectados

Tabla 8

*Análisis de varianza para la variable porcentaje de dedos afectados en la evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación	
		1	2
Tratamiento	5	17,36	28,59
Bloque	3	0,11	1,21
Error	15	0,55	1,18
Total	23		
Coeficiente de variación		27,26	30,28
p- valor tratamiento		<0,0001*	<0,0001*

ns: no significativo; *: significativo

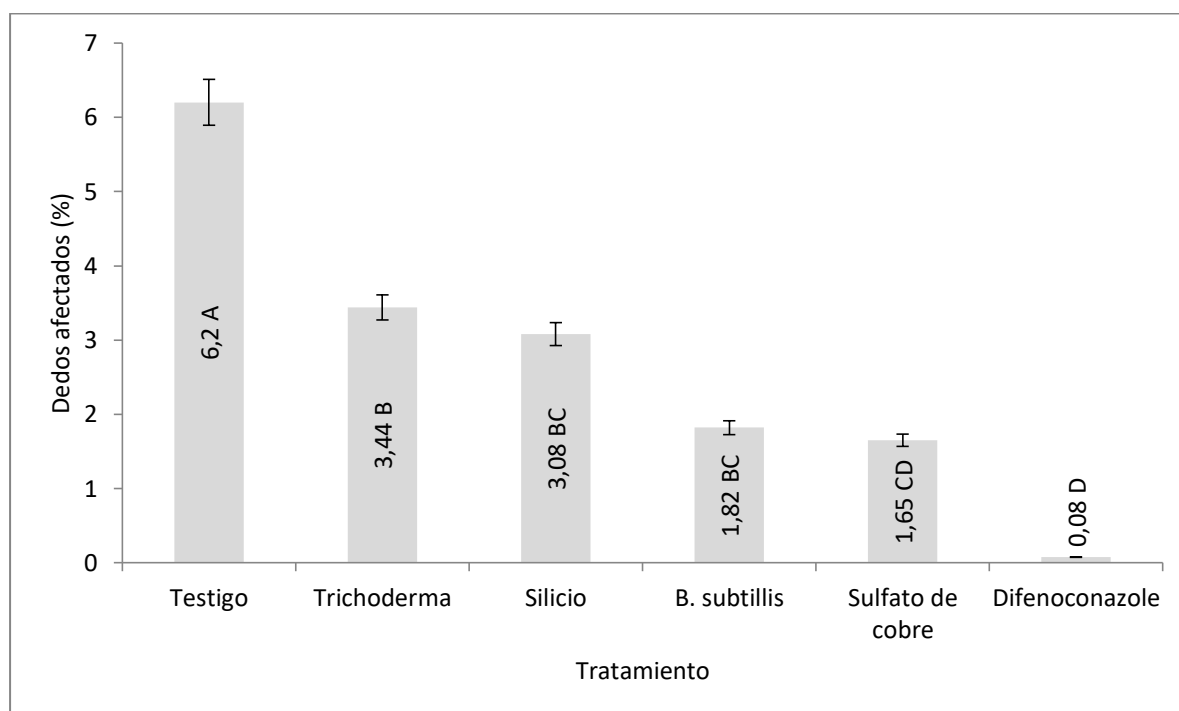
En la tabla 8 se presenta los resultados obtenidos en la variable porcentaje de dedos afectados; durante las dos evaluaciones realizadas se establecieron datos para $p < 0,05$; obteniendo como resultado que existió diferencia significativa en los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Además, el coeficiente de variación está dentro del rango permitido para evaluaciones en campo, mostrando confiabilidad en los resultados

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable porcentaje de dedos afectados en la primera evaluación.

Figura 2

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos afectados en la primera evaluación

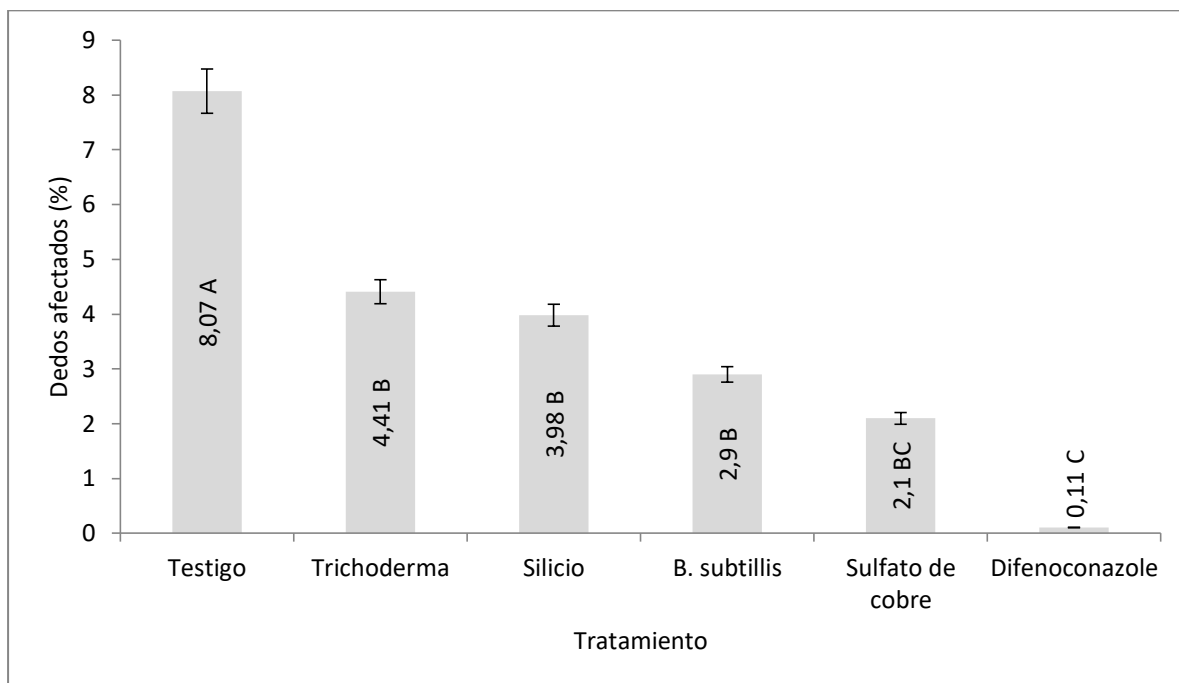


En la figura 2 se muestra que durante la primera evaluación del porcentaje de dedos afectados fue de 6,2% en el tratamiento 1 (testigo) el cual fue el más afectado en comparación al resto de tratamientos. Por otro lado se obtuvo el 3,44% en el tratamiento 2 (Metabolitos de *Trichoderma*); seguido del T4 (Silicio), T3 (B. subtilis), T5 (Sulfato de cobre) y T6 (Difenoconazole) con 3,08%, 1,82%, 1,65% y 0,08% respectivamente.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable porcentaje de dedos afectados en la segunda evaluación.

Figura 3

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos afectados en la segunda evaluación.



En la segunda evaluación del porcentaje de dedos afectados se determinó que el tratamiento 1 (testigo) fue el más afectado en comparación al resto de tratamientos con 8,07%. Por otro lado se obtuvo el 4,41% en el tratamiento 2 (Metabolitos de *Trichoderma*); seguido del T4 (Silicio), T3 (*B. subtilis*), T5 (Sulfato de cobre) y T6 (Difenoconazole) con 3,98%, 2,9%, 2,1% y 0,11% respectivamente, determinando así que el difenoconazole fue el tratamiento con mejor respuesta frente al ataque de *Verticillium theobromae*.

Según (Syngenta, 2013) el difenoconazole es un fungicida que puede ser utilizado de forma curativa; tiene una eficacia comprobada en casos de resistencia a

diferentes grupos de fungicidas, así mismo tiene capacidad de acción en diferentes tipos de condiciones ambientales que provocan stress y no tiene restricciones durante la cosecha en banano y musáceas, el difenoconazole es un fungicida que controla los patógenos cuando inicia su proceso de inoculación, disminuye su esporulación en los tejidos donde se encuentra e igualmente actúa como un protector en el caso de infecciones posteriores (Syngenta, 2013).

Porcentaje de dedos sanos

Tabla 9

*Análisis de varianza para la variable porcentaje de dedos sanos en la evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación	
		1	2
Tratamiento	5	17,36	28,59
Bloque	3	0,11	1,21
Error	15	0,55	1,18
Total	23		
Coeficiente de variación		0,76	1,13
p- valor tratamiento		<0,0001*	<0,0001*

ns: no significativo; *: significativo

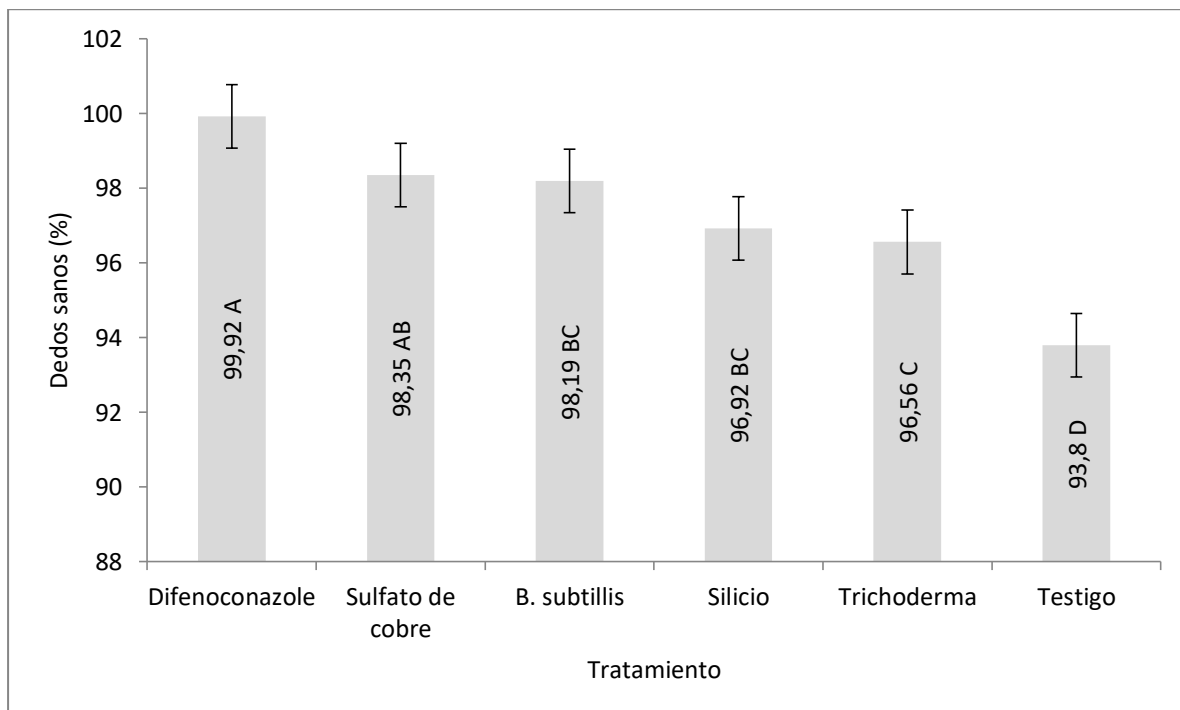
En la tabla 9 se presenta los resultados obtenidos en la variable porcentaje de dedos sanos. Durante las dos evaluaciones realizadas se establecieron datos para $p < 0,05$, obteniendo como resultado que existió diferencia significativa en los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Además, el coeficiente de variación está dentro del rango permitido para evaluaciones en campo, mostrando confiabilidad en los resultados.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable porcentaje de dedos sanos en la primera evaluación.

Figura 4

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos sanos en la primera evaluación.

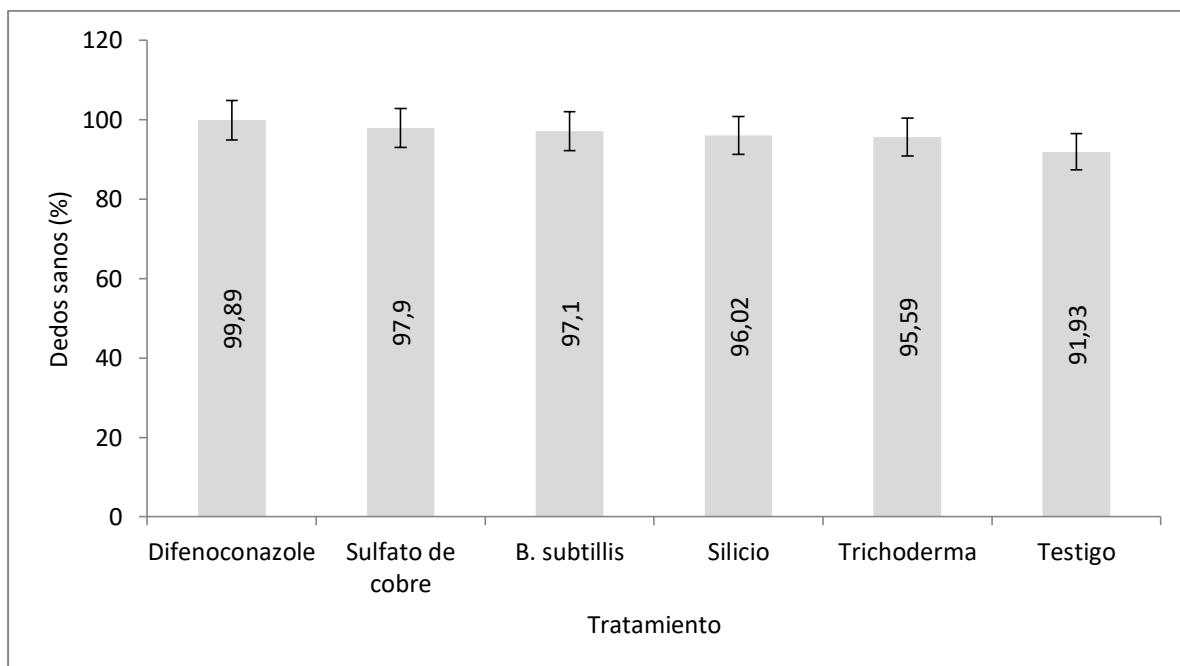


En la figura 4 se muestra la primera evaluación del porcentaje de dedos sano, en la cual se determinó que el tratamiento 6 (Difenoconazole) fue el que obtuvo un mayor porcentaje en comparación a los demás tratamientos con 99,92% de dedos sanos. Por otro lado se obtuvo el 98,35% en el tratamiento 5 (Sulfato de cobre) seguido del T3 (*B. subtilis*), T4 (Silicio), T2 (Metabolitos de *Trichoderma*) y T1 (Testigo) con 98,29%, 96,92%, 96,56% y 93,8% respectivamente.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable porcentaje de dedos sanos en la segunda evaluación.

Figura 5

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de dedos sanos en la segunda evaluación.



En la figura 5 se muestra la segunda evaluación del porcentaje de dedos sanos, en la cual se determinó que el tratamiento 6 (Difenoconazole) fue el que obtuvo un mayor porcentaje en comparación a los demás tratamientos con 99,89% de dedos sanos. Por otro lado se obtuvo el 97,9% en el tratamiento 5 (Sulfato de cobre) seguido del T3 (*B. subtilis*), T4 (Silicio), T2 (Metabolitos de *Trichoderma*) y T1 (Testigo) con 97,9%, 97,1%, 96,02% y 91,93% respectivamente.

Porcentaje de racimos afectados

Tabla 10

*Análisis de varianza para la variable porcentaje de racimos afectados en la evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Bloque	833,33	3	277,78	2,5	0,0991
Tratamiento	22499,67	5	4499,93	40,5	<0,0001*
Error	1666,5	15	111,1		
Total	24999,5	23			

ns: no significativo; *: significativo

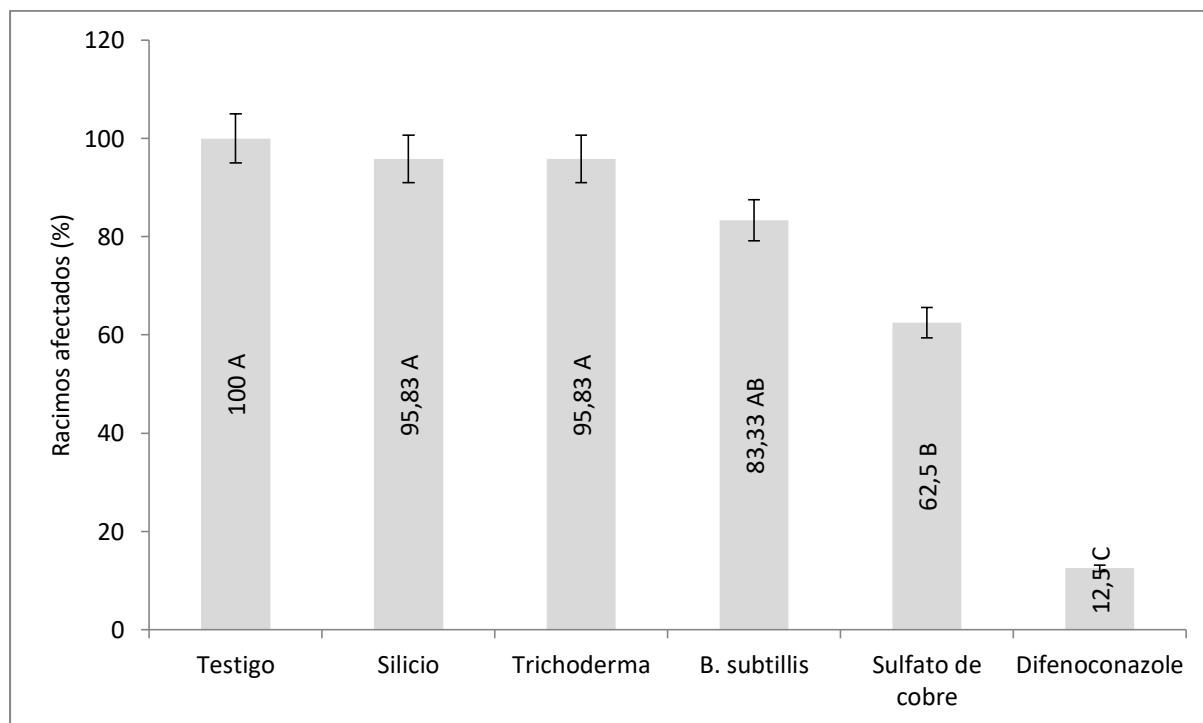
En la tabla 10 se presenta los resultados obtenidos en la variable porcentaje de racimos afectados; durante la evaluación realizadas se establecieron datos para $p < 0,05$, obteniendo como resultado que existió diferencia significativa en los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Además, el coeficiente de variación está dentro del rango permitido para evaluaciones en campo, mostrando confiabilidad en los resultados.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable porcentaje de racimos afectados.

Figura 6

Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de racimos afectados



En la figura 6 se muestra la prueba de Tukey al 5% correspondiente al porcentaje de racimos afectados, en la cual se determinó que el T1 (Testigo) fue el que obtuvo un mayor porcentaje en comparación con los demás tratamientos con 100% de racimos afectados. Por otro lado se obtuvo porcentajes menores en el T4 (Silicio), T2 (Metabolitos de *Trichoderma*), del T3 (*B. subtilis*), T5 (Sulfato de cobre) y T6 (Difenoconazole) con 95,83%, 95,83%, 83,33%, 62,5% y 12,9% respectivamente.

Se observó que el Testigo fue afectado en su totalidad por *Verticillium theobromae* ya que se logró determinar la relación que existe entre la labor de desflore o “deschive” y la presencia del patógeno. Según (Villalva, 2017) la labor de desflore es de vital importancia posterior al enfunde, las flores de los dedos son desprendidas con gran facilidad y se conoce que si dicha labor es aplazada estas estructuras florales son utilizadas como hospederos para insectos y hongos patógenos.

Incidencia de la enfermedad

Tabla 11

*Análisis de varianza para la variable incidencia de la enfermedad en la evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación	
		1	2
Tratamiento	5	4,72	5,66
Bloque	3	0,31	0,17
Error	15	0,13	0,14
Total	23		
Coeficiente de variación		20,37	20,21
p- valor tratamiento		<0,0001*	<0,0001*

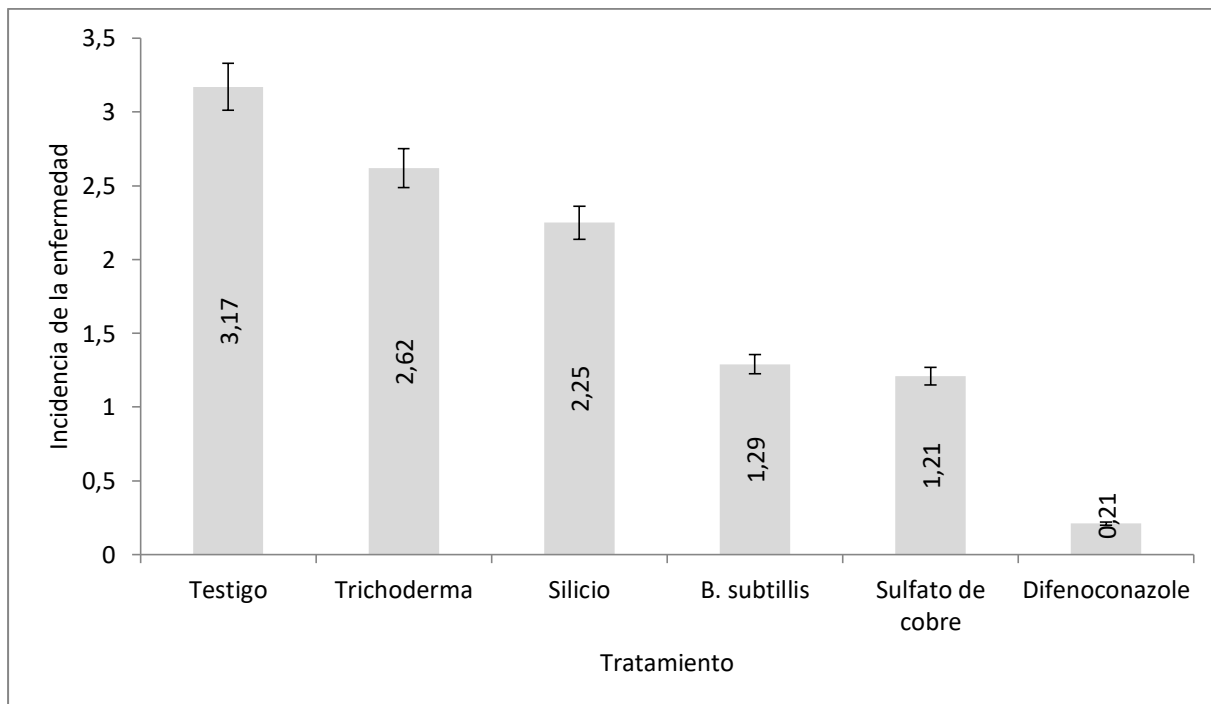
En la tabla 11 se presenta los resultados obtenidos en la variable incidencia de la enfermedad; durante las dos evaluaciones realizadas se establecieron datos para $p < 0,05$, obteniendo como resultado que existió diferencia significativa en los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Además, el coeficiente de variación está dentro del rango permitido para evaluaciones en campo, mostrando confiabilidad en los resultados.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable incidencia de la enfermedad en la primera evaluación.

Figura 7

Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de la enfermedad en la primera evaluación.

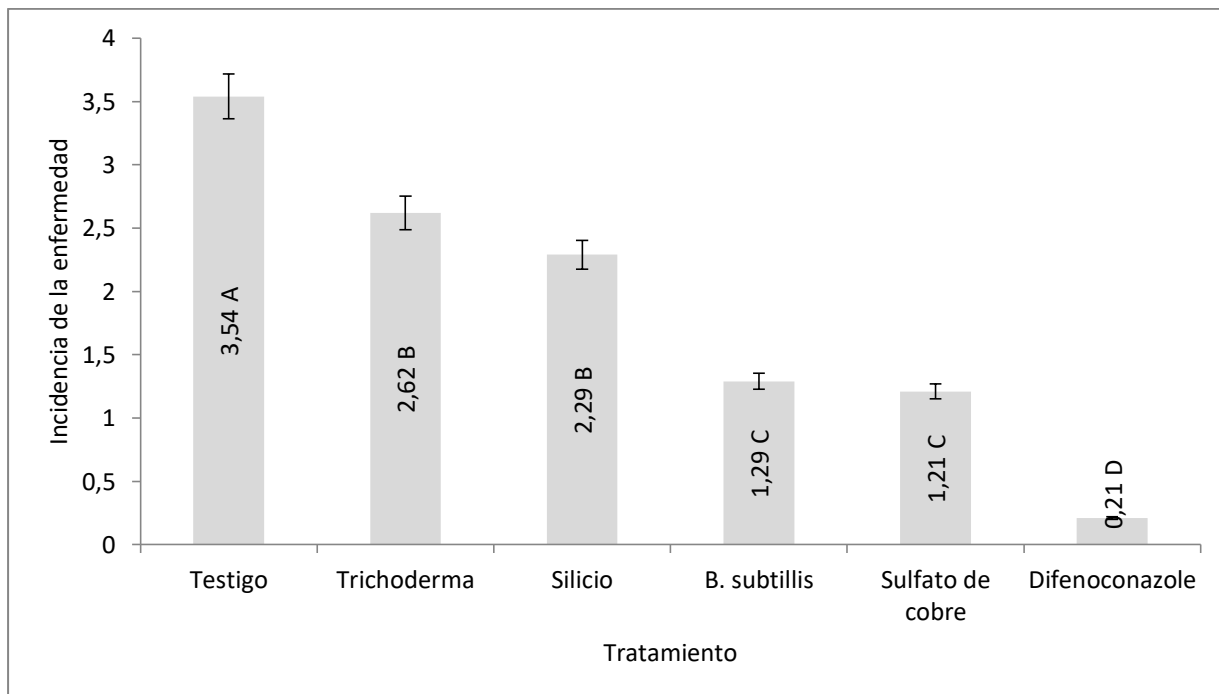


En la figura 7 se muestra la prueba de Tukey al 5% correspondiente a la incidencia de la enfermedad durante la primera evaluación, para evaluar esta variable se utilizó una escala de severidad, se determinó que el T1 (Testigo) fue el que obtuvo un mayor índice en comparación con los demás tratamientos con el 3,17; el cual corresponde a un daño moderado (11-30%). Por otro lado se obtuvo porcentajes menores en el T2 (Metabolitos de *Trichoderma*), T4 (Silicio), T3 (*B. subtilis*), T5 (Sulfato de cobre) y T6 (Difenoconazole) con 2,62 (daño moderado 11-30%), 2,25 (daño moderado 11-30%), 1,29 (daño ligero 0-10%), 1,21 (daño ligero 0-10%), y 0,21 (daño ligero 0-10%), respectivamente.

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable incidencia de la enfermedad en la segunda evaluación.

Figura 8

Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de la enfermedad en la segunda evaluación.



En la figura 8 se muestra la prueba de Tukey al 5% correspondiente a la incidencia de la enfermedad durante la segunda evaluación, en la cual se determinó que el T1 (Testigo) fue el que obtuvo un mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad en comparación con los demás tratamientos con el 3,54 el cual corresponde a un daño moderado (11-30%). Por otro lado se obtuvo porcentajes menores en el T2 (Metabolitos de *Trichoderma*), T4 (Silicio), T3 (*B. subtilis*), T5 (Sulfato de cobre) y T6 (Difenoconazole) con 2,62 (daño moderado 11-30%), 2,29 (daño moderado 11-30%), 1,29 (daño ligero 0-10%), 1,21 (daño ligero 0-10%), y 0,21 (daño ligero 0-10%), respectivamente.

Rendimiento (Número de cajas)

Tabla 12

Análisis de varianza para la variable rendimiento en la evaluación de alternativas de manejo de Verticillium theobromae en banano orito (Musa acuminata AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Modelo	2,04	8	0,25	1,84	0,1522
Bloque	0,48	3	0,16	1,15	0,3629
Tratamiento	1,56	5	0,31	2,25	0,1063
Error	1,94	14	0,14		
Total	3,97	22			

ns: no significativo; *: significativo

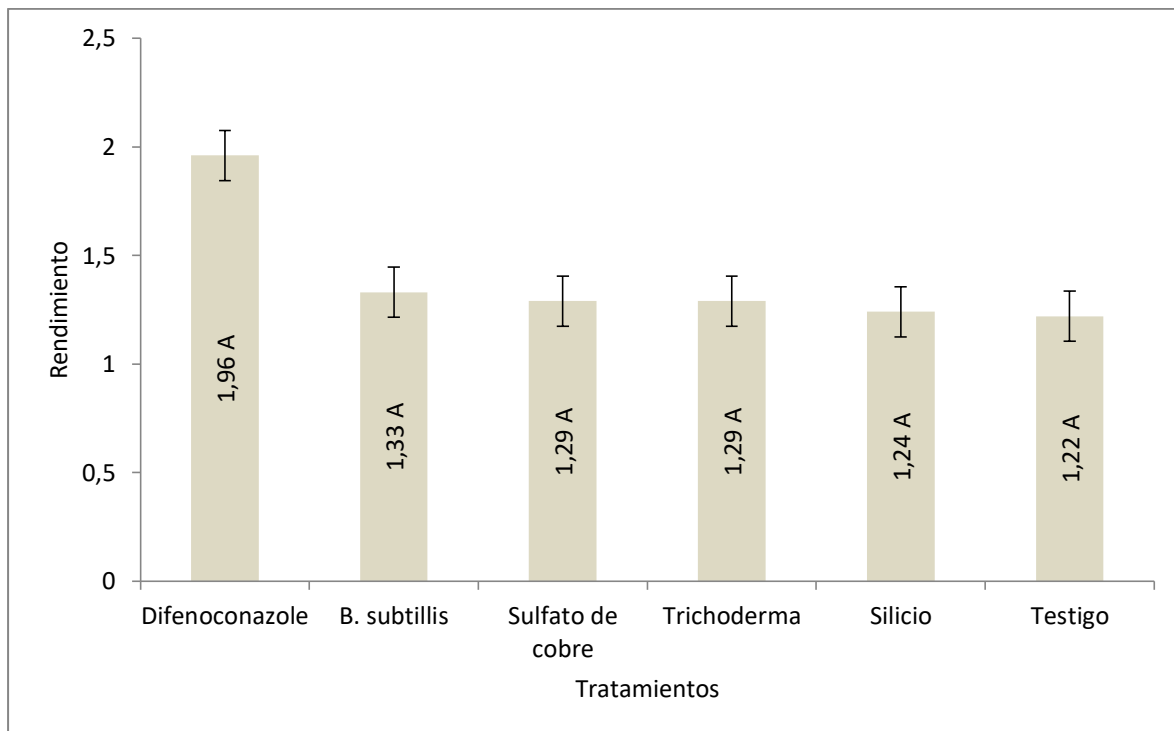
En la tabla 12 se presenta los resultados obtenidos en la variable rendimiento; durante la evaluación realizada se estableció datos para $p < 0,05$, obteniendo como resultado un valor de 0,1063 indicando que no existió diferencia significativa en los tratamientos por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

Además, el coeficiente de variación está dentro del rango permitido para evaluaciones en campo, mostrando confiabilidad en los resultados

A continuación se muestra la prueba de Tukey correspondiente a la variable rendimiento.

Figura 9

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento



En la figura 9 se muestra la prueba de Tukey al 5% correspondiente a la variable rendimiento (ratio), en la cual se determinó que el T6 (Difenoconazole) tuvo el mayor rendimiento con 1,96; seguido del T3 (*B. subtilis*), T5 (Sulfato de cobre), T2 (Metabolitos de *Trichoderma*), T4 (Silicio) y finalmente el T1 (Testigo) con 1,33; 1,29; 1,29; 1,24 y 1,22 respectivamente.

Se determinó que en cuanto al rendimiento (ratio) obtenido en la presente investigación osciló entre 1,22 (T1) hasta 1,96 (T6); teniendo como proyección valores que varían entre las 1079,25 (T1) hasta las 1741,61 (T6) cajas/ha con una densidad de 1110 plantas, alcanzando un promedio entre 300 y 400 cajas semanales totales (en las 14 ha productivas que conforman la propiedad donde se realizó el ensayo).

(Faustos, 2019) Menciona que en el cantón Bucay (Finca Santa Teresita, sector EL Limón) donde se produce banano orito y plátano morado se ha registrado 400 cajas

semanales en las 13 ha que la conforman, lo cual es un indicador que el rendimiento obtenido es menor al que normalmente se obtiene, esto puede atribuirse a la falta de tecnificación que se presenta en las fincas productoras de banano orito en Santo Domingo.

Análisis económico

Tabla 13

*Análisis costo beneficio en la evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata* AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas.*

Descripción	Cantidad(l/ha)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Trichoderma	0,53		\$8,00				
Rhapsody	0,53			\$8,00			
Barrier	0,33				\$ 5,33		
Cufender	0,27					\$ 3,47	
Score	0,11						\$ 8,53
Recursos físicos		\$ 659,71	\$ 681,27	\$ 681,27	\$ 681,27	\$ 681,27	\$ 681,27
Recursos humanos		\$ 1.864,80	\$ 2.141,33	\$ 2.141,33	\$ 2.141,33	\$ 2.141,33	\$ 2.141,33
Total egresos/ha		\$ 2.524,51	\$ 2.830,60	\$ 2.830,60	\$ 2.827,93	\$ 2.826,07	\$ 2.831,13
Cajas/ha		1079,25	1145,43	1183,30	1102,77	1148,40	1741,61
Total ingresos/ha		\$5.396,26	\$ 5.727,13	\$ 5.916,51	\$ 5.513,85	\$ 5.742,00	\$ 8.708,05
Utilidad		\$ 2.871,75	\$ 2.896,53	\$3.085,91	\$ 2.685,92	\$2.915,93	\$ 5.876,92
Relación costo beneficio		\$ 2,138	\$ 2,023	\$ 2,090	\$ 1,950	\$ 2,032	\$ 3,076

En la tabla 13 se muestra el análisis costo beneficio donde el total de ingresos/ha obtenido oscilan entre \$5.396,26 a \$ 8.708,05. El ingreso más alto fue del T6 con \$ 8.708,05 con 1741,61 cajas/ha, un peso de 7 kg y un ratio promedio entre 1,22 hasta 1,96.

El cálculo presentado es una proyección realizada en base a lo obtenido en cada uno de los tratamientos. Cabe destacar que el precio de las cajas (\$5) estuvo establecido por el mercado internacional durante el mes de Noviembre del 2020.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La aplicación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito presentó diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas. Se determinó que el ingrediente activo difenoconazole presenta la mayor eficiencia para el manejo de esta enfermedad obteniéndose el 99,89% de dedos sanos, es decir el menor índice de incidencia de la enfermedad.

El menor porcentaje de racimos afectados, se obtuvo con el T6 (Difenoconazole) 12,9% a diferencia de los demás tratamientos; los cuales presentaron hasta el 100% de afección, el Testigo fue afectado en su totalidad por *Verticillium theobromae* y se logró vincular este resultado a la relación existente entre la labor de desflore o “deschive” con la presencia del patógeno.

El mayor rendimiento se obtuvo con T6 con un ratio de 1,96; con proyección de 1741,61 cajas/ha a una densidad de 1110 plantas/ha, y un promedio de 468,6 cajas/semana, a diferencia de T1 con un promedio de 291 cajas/semana.

En las 14 ha productivas de la finca donde se realizó la investigación, el bajo rendimiento es atribuido a la falta de tecnificación que tiene el cultivo, principalmente en lo referente a nutrición y momentos propicios de ejecución de labores culturales.

El ingreso más alto fue del T6 con \$ 8.708,05, teniendo una relación de costo/beneficio de \$ 3,076 con 1741,6 cajas/ha; y un peso de 7 kg con un ratio promedio de 1,96.

Recomendaciones

Desarrollar planes de fertilización, manejo del cultivo y Fito sanidad del cultivo.

Se recomienda la utilización de Calcio en drench para los primeros meses del cultivo, posterior a esto utilizar Ca + Si directamente en la bellota, ya que esto contribuirá a fortalecer paredes celulares y dar más resistencia a enfermedades y plagas así como mayor duración poscosecha, elemento esencial para fines de exportación.

Se recomienda el uso de difenoconazole en dosis de 0,8 cc/l junto con un insecticida en los atomizadores utilizados para el manejo de trips en el momento del enfunde.

Realizar una rotación con fungicidas cúpricos, puesto que no es recomendable abusar de los triazoles por la resistencia que los patógenos puedan crear.

Incluir el Cu en los planes de manejo, ya que esto presenta importantes beneficios a la planta, ya que además de sus propiedades anti fúngicas activa enzimas, metaboliza proteínas y carbohidratos, procesos fotosintéticos y respiración celular.

Dar continuidad a la presente investigación con la correcta aplicación y ejecución de labores culturales principalmente en el desflore o “deschive”, ya tiene relación con la presencia del patógeno en estudio, esto generara mayor información para el manejo del banano orito en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Capítulo VI

Bibliografía

- Agrosad. (2018). *Cufender*. Obtenido de <https://agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/agroquimicos/fungicidas/aval-383-detail>
- Álvarez, E. (2013). *La sigatoka negra en plátano y banano*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- Arias, L. (2016). *Control químico*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/leosdanny17/control-quimico-57587462>
- Bayer S.A. (2018). *Ficha técnica Rhapsody*. Obtenido de <https://www.cropscience.bayer.ec/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Ecuador-Internet/PAGIN%20WEB%20BAYER%20ECUADOR/PRODUCTOS/Fichas%20Tecnicas/RHAPSODY.ashx?la=es-EC>
- Boubaker, H., Saadi, B., & Boudyach, E. (2008). Resistance of *Verticillium theobromae* to Benzimidazole fungicides in Morocco. *Journal of applied Sciences*, 3903-3909.
- Cortes, R. (2014). *Benzimidazoles*. Obtenido de <https://prezi.com/btttn1xrcjyby/que-son-los-benzimidazoles/>
- DuPont. (2015). *Boletín técnico Picoxistrobin*. Obtenido de https://www.dupont.es/content/dam/assets/products-and-services/crop-protection/documents/es_ES/boletin-t%C3%A9cnico_acanto_plus.pdf
- EcuRed. (2016). *Cordana Musae*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Cordana_musae
- Faustos, M. (2019). El comercio. *Productores de orito y plátano morado y verde toman medidas*.

- Guillén, D., Hernández, R., & Andrade, M. (2017). Eficacia de seis fungicidas en el control de *Mycosphaerella citri* Whiteside en naranja, Var. "valencia" en Tlayecac, Morelos, México. *Centro agrícola*, 19-25.
- Guirachocha, G., & Quiroz, J. (2003). *Guía para el manejo orgánico del banano orito*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1930/1/iniapls10.pdf>
- Hurtado, G. (2016). *Estudio del uso de tratamientos hidrotérmicos para el control de las podredumbres durante el período poscosecha del banano (Musa acuminata) orgánico*. Recuperado el 2020, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16945/1/CD-7527.pdf>
- Infante, D., Martínez, B., & González, N. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Protección vegetal v.24*.
- Intagri. (2018). *Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de banano orito*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
- IQV- Mat Holding. (2016). *Sales de Cobre*. Recuperado el Diciembre de 2020, de <https://iqvagro.com/cobre/>
- Martínez, S., & Escalante, F. (2013). Evaluación de triazoles con estrategia curativa erradicante para brusone (*Pyricularia oryzae*). *INIA*, 4-6.
- Meredith, D. (1961). *Deightoniella torulosa* (SYD.) Ellis and *Verticillium theobromae* (Turc.) Mason & Hughes associated with a tip-rot of banana fruits. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 44, 487-492.
- Meredith, D. (1965). Pudrición de la punta de los frutos del banano en Jamaica: II. *Verticillium theobromae* y *Fusarium* spp. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 327-336.
- Ortuño, N., Miranda, C., & Claros, M. (2013). Selección de cepas de *Trichoderma* spp. generadoras de metabolitos secundarios de interés para su uso como promotor de crecimiento en plantas cultivadas. *J. Selva Andina Biosph. v.1*.

- Pérez, L. (2013). *Enfermedades de las musáceas: aspectos generales con énfasis en patógenos cuarentenarios*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/D1-01%20ENFERMEDADES%20DE%20BANANOS%20ENFASIS%20EN%20CUARENTENARIOS%20L%20PEREZ.pdf>
- Robinson, J., & Galán, V. (2010). *Plátanos y bananas*. Mundi-Prensa.
- Salazar, V. (2017). *Enraizamiento de cormos de orito (Musa acuminata AA) mediante el uso de abonos orgánicos líquidos*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25005/1/tesis%20019%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Salazar%20Ver%C3%B3nica%20-%20cd%20019.pdf>
- Sancho, A., & Gadea, A. (2018). Incorporación del silicato de magnesio en la fertilización mineral del cultivo de maíz (*Zea mays*) en La Vega, San Carlos, Cota Rica. *Agroinnovación en el trópico húmedo*, 25-34.
- Syngenta. (2013). *Score 250 EC*. Obtenido de https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/zhg486/f/ec_ficha_tecnica_score_250_sc_mar17.pdf?token=1535986516
- Syngenta. (2019). *Amistar xtra*. Obtenido de <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/fungicida/amistar-xtra>
- Valencia, G. (2012). *Desarrollo de una tecnología de harina de orito (Musa acuminata AA) en túnel de secado de adecuadas características sensoriales y nutricionales*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3119/1/AL495.pdf>
- Villalva, J. (2017). *Utilización de fundas impregnadas con Neem X, para el manejo de trips en orito en el recinto Argentina del Cantón Cumandá*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24869/1/tesis%20017%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Villalva%20Flores%20Jos%C3%A9%20Fidel%20-%20cd%20017.pdf>