



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL

Evaluación de fungicidas protectantes, a base de azufre y cobre, como alternativa a la familia de los Carbamatos en el manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo de banano.

Ing. Agr. Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco

“Artículo profesional de alto nivel en opción al título de magister en Agronomía con Mención en Producción Vegetal”

TUTOR: ING. AGR. EDWIN EDISON JARAMILLO AGUILAR, MG. SC.

MACHALA

2022-2023

DEDICATORIA

Querida familia,

Con esta tesis, no solo cumplo un requisito académico, sino también cumplo un sueño que siempre he tenido. Y no podría haberlo logrado sin su apoyo incondicional, su amor, su paciencia y su motivación constante.

A ustedes, mi querida familia, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Gracias por creer en mí, por escucharme, por alentarme, por ayudarme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro. Espero que este logro sea también un motivo de orgullo y felicidad para todos ustedes.

Con todo mi amor y gratitud,

Leonardo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar , agradezco a Dios por haberme regalado la vida llenándola de salud, sabiduría y entendimiento; al Ing. Agr. Edison Jaramillo Aguilar por haber sido mi tutor, guiándome y transmitiéndome sus experiencias en este camino académico; a la universidad Técnica de Machala por haberme permitido ingresar en este postgrado; a los docentes por haberme impartido lo mejor de sus conocimientos; y finalmente a mis compañeros por darme el apoyo en todo momento que compartimos en la aula de clases.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco con número de cédula: 0703752683, declaro que el trabajo de “EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PROTECTANTES, A BASE DE AZUFRE Y COBRE, COMO ALTERNATIVA A LA FAMILIA DE LOS CARBAMATOS EN EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO”, en opción al título de Magister en Agronomía mención Producción Vegetal, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco

C.I 0703752683

Machala, 2022/10/24

REPORTE DE SIMILITUD

Evaluación de fungicidas protectantes, a base de azufre y cobre, como alternativa a la familia de los Carbamatos en el manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo de banano.

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Mario Orozco-Santos, José Orozco-Romero, Octavio Pérez-Zamora, Gilberto Manzo-Sánchez et al. "Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos", Tropical Plant Pathology, 2008

Publicación

2%

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Edwin Edison Jaramillo Aguilar con C.I. 070317891-3; tutor del trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PROTECTANTES, A BASE DE AZUFRE Y COBRE, COMO ALTERNATIVA A LA FAMILIA DE LOS CARBAMATOS EN EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO**”, en opción al título de Magister en Agronomía Mención Producción Vegetal, declaro que el trabajo ha sido revisado, y está enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.

EDWIN EDISON JARAMILLO AGUILAR

C.I. 070317891-3

Machala, 2022/10/24

CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR

Yo, Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco con número de cédula:0703044578, autor del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PROTECTANTES, A BASE DE AZUFRE Y COBRE, COMO ALTERNATIVA A LA FAMILIA DE LOS CARBAMATOS EN EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN EL CULTIVO DE BANANO”, en opción al título de Magister en Agronomía mención Producción Vegetal del programa de maestría, declaro bajo juramento que:

El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:

- a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Attribution-NoCommercial – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
- b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor/Autora la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco

0703044578

Machala, 2022/10/24

CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN



A quien pueda interesar:

El Consejo Editorial de la "Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas" (ISSN on line: 2631-2662 / ISSN impreso: 2661-6521), certifica: que el artículo: **Evaluación de fungicidas protectantes, a base de azufre y cobre, como alternativa a la familia de los Carbamatos en el manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo de banano.**; de los autores Leonardo Fabio Zhiminaicela Pacheco, Edwin Edison Jaramillo Aguilar y Jhon Fernando Bernal Morales Se encuentra listo para publicar en el volumen 5, número 3 (septiembre-diciembre) de 2022. La revista es publicada por la Universidad Metropolitana de Ecuador en la dirección electrónica: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/index> bajo la modalidad de revisión abierta por pares y se encuentra indexada en catálogo Latindex 2.0, DOAJ y REDIB.

Dado en Quito a los 4 días del mes de julio de 2022

Ing. Alejandro R. Sócorro Castro,
PhD.
Director
CE: arsocorro@umet.edu.ec

Lic. Jorge Luis León González, PhD.
Editor
CE: jleon@umet.edu.ec



CRAI / Sede Quito, La Coruña N26-95 y San Ignacio Telf. (02) 2221572
<https://www.umet.edu.ec/crai/>

RESUMEN

En Ecuador, el sector bananero es el principal rubro en la economía del país generando fuentes de trabajo y abasteciendo al mercado mundial. En el cultivo de Banano (*Musa spp.*), la principal enfermedad foliar limitante es la Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, se caracteriza por tener reproducción sexual y asexual (*Paracercospora fijiensis*), ocasionando una alta diseminación de esporas dentro de las plantaciones bananeras, lo que limita el área foliar de la planta, causando necrosis parcial o total de las hojas. En la actualidad existen varios métodos de control, para reducir la incidencia de la enfermedad Sigatoka negra dentro de las plantaciones bananeras, el control químico es el método más eficiente, se usan fungicidas sistémicos y protectantes. Como alternativas nuevas de control al manejo de Sigatoka negra, se está usando Azufre y bacterias benéficas como *Bacillus spp.* La presente investigación tuvo como objetivo evaluar alternativas de fungicidas protectantes azufrados y microbiológicos, dentro de las combinaciones de fungicidas, como estrategias de control de la sigatoka negra. La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental de la BASF, en la ciudad de Quevedo, provincia de los Ríos. En este ensayo se utilizó un Diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por 7 tratamientos y 10 repeticiones, el análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ANOVA y los promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), y las variables evaluadas fueron porcentaje de área foliar afectada y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) durante toda la epidemia. Se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, evidenciándose el tratamiento T7, como la mejor estrategia de control frente a la enfermedad. Los resultados del presente estudio sugieren que el azufre elemental 800 gr/Kg a una dosis 3Kg/ha, puede integrarse en las combinaciones de fungicidas, como estrategia de control de la sigatoka negra, obteniendo buenos niveles de control.

Palabras clave: Sigatoka negra, azufre, *Bacillus*, fungicidas

ABSTRACT

In Ecuador, the banana sector is the main item in the country's economy, generating jobs and supplying the world market. In banana (*Musa* spp.) cultivation, the main limiting foliar disease is black Sigatoka, caused by the fungus *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, characterized by sexual and asexual reproduction (*Paracercospora fijiensis*), causing a high dissemination of spores within banana plantations, which limits the leaf area of the plant, causing partial or total necrosis of the leaves, reducing the yield of the plantation by up to 50% if a good integrated management of the disease is not carried out. Currently there are several control methods to reduce the incidence of black Sigatoka disease in banana plantations, chemical control is the most efficient method, systemic fungicides and protectants are used. As new control alternatives to the management of black Sigatoka, Sulfur and beneficial bacteria such as *Bacillus* spp. The objective of this research was to evaluate alternatives of sulfur and microbiological protective fungicides, within the combinations of fungicides, as control strategies for black sigatoka. This research was carried out at the BASF Experimental Farm, in the city of Quevedo, Los Rios province. In this trial, a Completely Randomized Block Design (DBCA) was used, made up of 7 treatments and 10 repetitions, the statistical analysis was performed through the ANOVA analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ($P \leq 0.05$), and the variables evaluated were the percentage of affected leaf area and the area under the disease progress curve (AUCPE) during the entire epidemic. Statistical differences were found between the treatments, showing the T7 treatment as the best control strategy against the disease. The results of this study suggest that elemental sulfur 800 gr/Kg at a dose of 3Kg/ha, can be integrated into the combinations of fungicides, as a control strategy for black sigatoka, obtaining good levels of control.

Keywords: black Sigatoka, sulfur, *Bacillus*, fungicides

ÍNDICE GENERAL

	pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
REPORTE DE SIMILITUD	5
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	6
CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR.....	7
CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	16
1.1 Origen del banano	16
1.2 Descripción Taxonómica	16
1.3 Clasificación y descripción botánica del banano	17
1.3.1 Tallo.....	17
1.3.2 Hojas.....	17
1.3.3 Flores	17
1.3.4 Fruto	18
1.4 Importancia del banano en el Ecuador	18
1.5 Producción.....	18
1.5.1 Producción mundial.....	18
1.5.2 Producción Nacional	19
1.6 Sigatoka negra.....	19
1.6.1 Agente Causal.....	19
1.6.2 Sintomatología.....	20
1.6.3 Ciclo de vida.....	20
1.7 Estrategias de control	21
1.7.1 Control cultural.....	21
1.7.2 Control químico.....	22

1.7.3 Control Biológico	22
1.7.4 El uso del azufre en el control de hongos fitopatógenos	23
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1 Ubicación del experimento	25
2.2 Aplicación de los tratamientos	25
2.3 Diseño Experimental	26
2.4 Análisis estadístico.....	26
2.5 Variable de estudio.....	26
CAPÍTULO 3: RESULTADO	27
3.1 Resultados y Discusión	27
CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN	30
5. CONCLUSIONES	31
6. RECOMENDACIONES.....	32
7. ANEXOS	33
8. BIBLIOGRAFÍA	35

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	16
Figura 1. Ciclo patológico de la Sigatoka negra.....	21
Figura 2. Parroquia Jesús María zonal experimental, Guayas-Naranjal.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 2. Características y dosificación de los tratamientos	25
Tabla 3. Estructuración de los tratamientos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Área foliar afectada de la hoja 1	27
Figura 3. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de la hoja 1.....	277
Figura 4. Comparación del área foliar afectada de la hoja 1, del tratamiento a base del fungicida Top-cop, en relación al testigo absoluto.	28
Tabla 5. Área foliar afectada de la hoja 2	28
Figura 5. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de la hoja 2.....	29
Figura 6. Comparación del área foliar afectada de la hoja 2, del tratamiento a base del fungicida Top-cop, en relación al testigo absoluto.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de banano(envés), con diferentes estadios de la enfermedad.....	33
ANEXO 2. Tratamiento de hoja simple, fungicida lanzador.....	33
ANEXO 3. Tratamiento de hoja simple, fungicida Vitanica RZ.....	34
ANEXO 4. Tratamiento de hoja simple, aceite banole- Lanzador- Cari gold.....	34

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el sector bananero es el principal rubro en la economía del país. La provincia de El oro es la mayor productora de banano ecuatoriano, aportando con el 42% de la producción nacional, debido a sus favorables condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo, cuenta alrededor 13,756 has (Quevedo, Infante, & García, 2018). En el cultivo de banano (*Musa spp.*), Sigatoka negra es una enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* M. siendo el principal problema fitosanitario en las plantaciones de banano.

Las exportaciones de banano representan un factor fundamental en el desarrollo de la economía de muchos países. El banano es una fruta apetecida en el mundo por sus beneficios nutricionales calidad y durabilidad en el transporte a largas distancias. Ecuador está posicionado como pionero en la industria y exportación con un 36% de envíos en los mercados mundiales como Rusia, Estados Unidos, Italia y Alemania, a nivel local representa el 16% del ingreso total por exportaciones FOB en el Ecuador ocupando el tercer lugar con 3.169,3 millones de dólares y 6.642.402 toneladas en el año 2018. Por lo tanto representa el 17% de la población económicamente activa (Pardo, Narváez, & Erazo, 2020).

A nivel mundial se exportan alrededor de 18,1 millones de toneladas de banano, siendo Ecuador el principal exportador representando el 15% total de las exportaciones. Las principales provincias con mayor producción de banano son El Oro (41%), Guayas (34%) y Los Ríos (16%) de los productores (Acaro, Córdova, Vega, & Sánchez, 2021). La principal enfermedad foliar en el cultivo de banano es la Sigatoka negra, provocando bajo rendimientos en la producción y la pérdida total de las plantaciones que no tenga un manejo integrado de la enfermedad (Kimunye, y otros, 2021).

Las lesiones ocasionadas por el hongo son el principal problema fitopatológico y el mayor limitante para producción a nivel mundial, lo que ocasiona un alto costo debido al incremento de los ciclos de fumigación aérea para poder controlar el progreso de la enfermedad (García, Marcillo, & Palacios, 2019). En el comienzo del desarrollo de la

enfermedad en 1930, se aplicaba sulfato de cobre en agua como control del patógeno, conforme fue incrementando la agresividad de la enfermedad en los cultivares de banano, se incorporó el aceite de petróleo para combatirla. En la actualidad existen varias estrategias de control a base de fungicidas químicos y el uso de protectantes, su aplicación en cocteles, ayuda a potenciar el control de los fungicidas y a reducir la resistencia del hongo (Portilla , 2017).

El principal control de la enfermedad se basa en la aplicación de fungicidas químicos , lo cuales por su uso indebido el hongo *Mycosphaerella fijiensis* ha presentado resistencia y sensibilidad al modo de acción de los fungicidas sistémicos, por lo que se busca alternativas que se basen en fungicidas de origen biológico o el uso de hongos antagonistas que inhiba el progreso de la enfermedad en plantaciones bananeras (Zuluaga, Patiño, & Collazos, 2007).

Para el control de la enfermedad sigatoka negra se utilizan fungicidas químicos como: triazoles (propiconazol, tebuconazol y difeconazol), morfolinas (tridemorf), carboxamidas (fluopyram, boscalid) y estrobirulinas (azoxistrobin y trifloxistrobin), de acuerdo a las restricciones establecidas por la FRAC (Manzo , Carrillo , Guzmán, & Orozco, 2012). En el control de sigatoka negra, el manejo integrado de la enfermedad se basa en un conjunto de métodos de control apoyado por el conocimiento de fenología, estructura genética, cultivar, tipo de reproducción, diseminación, fuente de inóculo, periodo de incubación y ciclo de la enfermedad.

En el control del patosistema banano/ Sigatoka negra se sugiere las siguientes prácticas: deshoje (despunte y cirugía), densidad de plantación, deshierbe, sistema de drenaje, control de maleza y fertilización química-biológica (Orozco, y otros, 2008). La siguiente investigación tiene como objetivo evaluar alternativas de fungicidas protectantes, como reemplazo a la salida de los fungicidas del grupo químico carbamatos.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 Origen del banano

EL origen del banano se considera del Sureste Asiático, incluyendo el Norte de la India, Burma, Camboya y parte de la China sur, así como las Islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Taiwán. Algunos investigadores señalan que el cultivo de banano procede de la India, donde se encontraron escritos de budismo, que hacen referencia a una fruta tan grande como “colmillo de elefante” (Ortega, Korneva, Ruiz, Santos, & Peralta, 2010). El cultivo de banano fue introducido desde las islas Canarias hasta la española lo que hoy en día se conoce como República Dominicana y Haití por el fraile misionero Tomas Berlanga en el año de 1516 según lo escribió Ritchie en su libro “comida y civilización” (Carreño & Portilla, 2020).

1.2 Descripción Taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	Musa
Especie	<i>M.paradisiaca</i>

Fuente: (Soto, 1985)

Los bananos comestibles pertenecen al grupo de las monocotiledóneas; en la serie Eumusa se distinguen los cultivares triploides derivados del cruce entre *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB) que dan origen a los musáceos comestibles más importantes: AAA Bananos como Cavendish y Gros Michel (no hubo hibridación) AAB Plátanos como Curraré y Dominico ABB Guineos como Cuadrado y Pelipita (Arteaga, 2015).

1.3 Clasificación y descripción botánica del banano

La planta de banano es una planta herbácea, descrita por primera vez por Linneo en el año 1753. Pertenece a la familia de las Musáceas. La taxonomía del género *Musa* es compleja e incluye híbridos que han originado denominaciones genéticas muy particulares, que suelen indicarse como *Musa x paradisiaca*. El plátano se designa como *Musa paradisiaca* variedad Hartón, y existen los plátanos congo, guayabo, cuarenton y dominico (Nayarit, 2009)

1.3.1 Tallo

El tallo del banano es un rizoma grande, alminodoso, subterráneos. Que este coronado con yemas que se desarrollan una vez que la planta ha florecido. A medida que cada chupón de los rizomas alcanza la madurez, su yema se convierte en unas inflorescencias al ser empujada hacia arriba desde el interior de suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (Rojas, et al., 2007)

1.3.2 Hojas

Las hojas están formadas por una estructura llamada vaina, un peciolo grueso y limbo o lamina. Un grupo de numerosas vainas se disponen concéntricamente y de forma muy apretada para formar los falsos tallos, los cuales pueden poseer hasta 40 vainas durante su vida (Candanoza , Olarte , & Moreno , 2009). El crecimiento y producción del cultivo de banano depende de diferentes requerimientos edafoclimáticos para su desarrollo, siendo las hojas el principal órgano encargado del llenado y peso de los frutos. El sistema foliar del banano es la fuente primaria de foto asimilados, del tamaño y funcionalidad de los racimos (Martínez & Cayón , 2011).

1.3.3 Flores

Las flores son amarillas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero, del cual se deriva un fruto oblongo de la forma de un pepino triangular, dividido en tres celdas polispermas que contienen una pulpa carnosa y nutritiva. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos, en variedades de alta producción, pueden contar con doce o catorce manos (Barrera, Cayón, & Robles, 2009).

1.3.4 Fruto

El fruto se desarrolla en el racimo, es una baya larga, carnosa, con cascara amarilla, contiene numerosas semillas negras a lo largo de la parte central de la pulpa, que puede ser blanca, amarilla o rosada. El fruto del banano es al principio verde, luego, en la maduración amarilla y cuando empieza a emerger cae de la planta. El grosor del fruto, en la calidad de la pulpa y en número de sus regímenes se basa la distinción de las formas cultivadas y según el cumplimiento de los requerimientos nutricionales y edafoclimáticos del cultivo (Barrera, Cayón, & Robles, 2009).

1.4 Importancia del banano en el Ecuador

La importancia económica del país se compone fundamentalmente de la producción de materias primas. Dentro de su desarrollo general, la agricultura representa el 53 % de la producción no petrolera y su participación ha mejorado de manera pausada en los últimos años, está apenas equivale al 8 % del PIB. El sector bananero tiene un peso del 1,6 % sobre el PIB, mientras que, en relación a la agricultura, representa el 21,60 % de la producción. En las últimas décadas el banano, encabezó la lista de productos de exportación no petrolera del país, pero desde la pandemia la creciente demanda de camarón marcó una importante ventaja respecto al banano. En relación a la producción, las exportaciones crecieron de forma sostenida, la superficie de plantación disminuye; pasando de 237 mil hectáreas en 2002 hasta 167 mil hectáreas para 2021, lo cual significó una reducción de más de 70 mil has, que ha sido compensada por el incremento sostenido del rendimiento (cajas/semana) (Chuquimarca, y otros, 2022).

1.5 Producción

1.5.1 Producción mundial

El banano "Cavendish" es el tipo de banano más producido en el mundo, con un 47% de la producción global, principalmente a partir de los clones "Gran Enano" y "Valery". El "Gros Michel" y otros bananos de postre representan un 12% de la producción mundial, pero hay una tendencia creciente hacia el consumo del "Gros Michel" debido a su alta calidad en sabor y fácil manejo después de la cosecha. Los plátanos de consumo cocido, que son del grupo AAB, representan un 17% de la producción mundial. India es el país con mayor producción de banano en el mundo, con un 19%, seguido por Brasil con un 15% y Ecuador con un 12%. China representa un 10%,

mientras que otros países como Colombia, Costa Rica, Filipinas y México producen entre un 6% y un 4%. Un grupo de países más pequeños, que cada uno produce menos del 3% de la producción mundial, en conjunto producen un 36% del total (Soto & Moisés, 2011).

1.5.2 Producción Nacional

El banano es el principal rubro de exportación no petrolera del país. El cultivo de banano ha sufrido en el pasado una reducción en su producción debido a enfermedades como sigatoka negra y todavía mantiene bajos rendimientos por hectárea, en comparación con otros países productores.

Según Borja (2016), en el país existen 6.950 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) dedicadas a la producción de banano, de éstas, 3.705 tienen superficies comprendidas entre 1 y 10 ha, 2.265 abarcan superficies entre 11 y 50 hectáreas y 980 productores cuentan con superficies mayores a 50 hectáreas. Es decir, los pequeños y medianos productores representan el 85% del total de productores, pero en contraste controlan solamente el 38% de la superficie cultivada del banano en el país.

Los cinco principales destinos de las exportaciones de fruta durante este año han sido Unión Europea, Rusia, Estados Unidos, Argentina y Turquía. Las exportaciones de banano ecuatoriano se incrementaron en un 12% entre enero y octubre del 2017. Según datos del Banco Central del Ecuador (BCE), se han vendido un total de 5.333 toneladas de la fruta por \$ 2.490 millones (FOB). El principal destino del producto ecuatoriano fue la Unión europea, con una participación del 35%; seguidos de Rusia con el 24%; y, en tercer lugar, Estados Unidos con el 18% (Efraín & Erik, 2017).

1.6 Sigatoka negra

1.6.1 Agente Causal

El agente causante de la Sigatoka negra (SN) es el *Mycosphaerella fijiensis* M. Morelet, también conocido como *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton en su forma anamórfica. Esta enfermedad es considerada como la más destructiva del complejo Sigatoka, que también incluye la Sigatoka amarilla (SA) y la mancha foliar *Eumusae*. Este complejo de enfermedades es altamente perjudicial para los cultivos de banano y plátano, ya que ataca las hojas y causa un rápido deterioro del área foliar, disminuyendo

la capacidad fotosintética y reduciendo la calidad y cantidad de la fruta debido a la inducción de la maduración prematura de los racimos (Gómez, Torres, Cayón, Hoyos, & Castañeda, 2017).

1.6.2 Sintomatología

La Sigatoka negra es una enfermedad que causa una necrosis muy severa en las hojas de las plantas, lo que conlleva a una disminución en la actividad fotosintética y una reducción en la calidad y cantidad de la producción final. La sintomatología de la enfermedad presenta seis fases: En la primera, se inicia con una pequeña decoloración en el anverso de las hojas de aproximadamente 1 a 2 mm con una coloración blanquecina. En la segunda fase, las manchas se transforman en estrías de 0.5 a 1 mm adquiriendo un color rojizo que se puede observar desde la parte superior de la hoja. Progresivamente, en la tercera fase, la lesión se vuelve de color café en la parte superior y negra en la parte inferior. En la cuarta fase, la estría crece en dos sentidos y se torna como un bisel dividido por una zona de color chocolate debido a la formación de conidióforos. En la quinta fase, en el envés de las hojas las manchas adquieren un color café y en la cara superior, éstas se vuelven negras. Finalmente, en la sexta fase, las lesiones se expanden y se rodean de un color amarillo intenso, y se deprimen, observándose áreas de tejido con el centro seco que se tornan de color grisáceo (Flores, 2015).

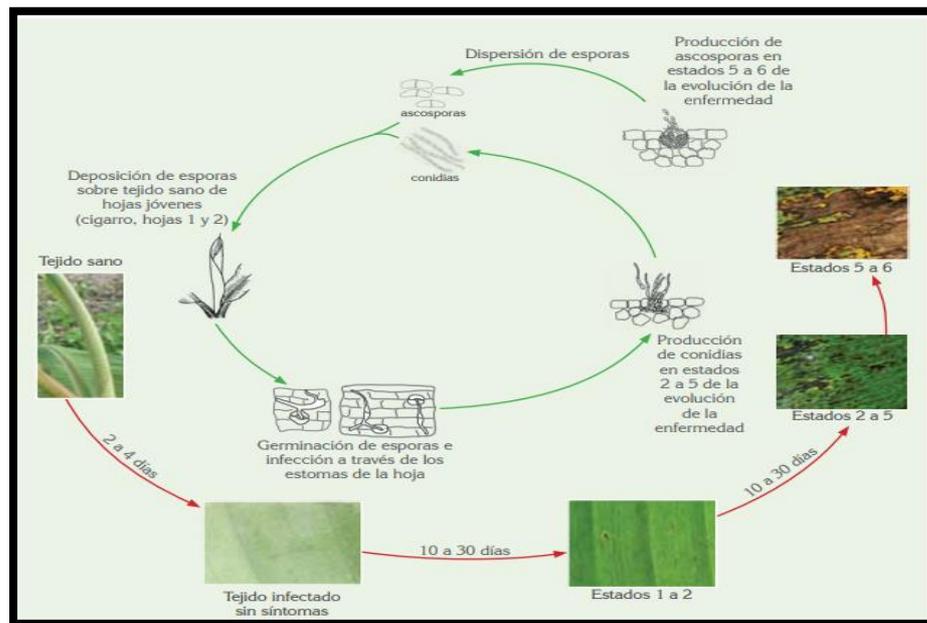
1.6.3 Ciclo de vida

Durante el inicio de la temporada de lluvias, comienza la etapa de reproducción sexual en la que se desarrolla una estructura conocida como peritecio en las hojas viejas infectadas con la enfermedad. Dentro de estos peritecios se forman esporas llamadas ascosporas que tienen la capacidad de ser transportadas a largas distancias por las corrientes de aire, lo que a su vez es responsable de propagar la enfermedad a otras plantas.

Durante la etapa de propagación asexual, el hongo produce estructuras llamadas esporodoquios que contienen conidios. Estas estructuras se encuentran en ambas caras de las hojas, pero son más abundantes en la cara superior y se diseminan a través del viento y la lluvia. Aunque estos esporodoquios pueden aparecer en cualquier época del año, su liberación y germinación dependerán de la presencia de agua libre en los tejidos

y una alta humedad relativa. El tiempo que transcurre desde la entrada del hongo hasta la formación de la mancha puede ser de hasta dos meses. Si la humedad sigue siendo alta y las lluvias continúan, millones de conidios se originan en el centro gris de las manchas, generando múltiples reinfecciones durante un mismo ciclo de cultivo (Flores, 2015).

Figura 1. Ciclo patológico de la Sigatoka negra.



Fuente: (Alvarez, Pantoja, Gañán, & Ceballos, 2013)

1.7 Estrategias de control

1.7.1 Control cultural

A pesar de que el control químico permanece aún como la principal herramienta en el manejo de la Sigatoka negra, el control cultural juega un papel muy importante en la reducción de las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Por ejemplo, la reducción de los niveles de inóculo dentro de la plantación, mediante prácticas sanitarias como la deshoja, el despunte y la cirugía, constituye la práctica cultural más importante en el manejo de la Sigatoka negra. Más recientemente se han introducido otras prácticas tendientes a eliminar el tejido foliar potencialmente infeccioso antes de que se produzca la liberación de ascosporas y hasta de conidios desde las lesiones. Esta práctica se ha denominado “defoliación controlada” o “poda temprana de hojas” y consiste en eliminar cierta cantidad de hojas tempranamente,

cuando las lesiones son aún jóvenes, adelantándose a la liberación de esporas del patógeno. Existen varias modalidades o estrategias de poda temprana de hojas en diferentes países o zonas de cada país. Otras prácticas adicionales, como el apilamiento o acordonamiento del tejido deshojado y la aplicación de urea o microorganismos sobre este para reducir la esporulación y acelerar la degradación del tejido infectado en el suelo (Guzmán, 2012).

1.7.2 Control químico

La Sigatoka negra es una enfermedad importante en los cultivos de banano y plátano, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*. El control de esta enfermedad se basa en gran medida en el uso de fungicidas, tanto protectores como sistémicos. Los fungicidas protectores, como el mancozeb y el clorotalonil, son de acción multisitio y tienen un bajo o nulo riesgo de resistencia. Los fungicidas sistémicos, como los benzimidazoles, aminos, triazoles, estrobirulinas, anilino pirimidinas, carboxamidas y guanidinas, son de acción sitio-específico y tienen un moderado a alto riesgo de resistencia. Es importante tener en cuenta que el uso excesivo e inapropiado de fungicidas puede provocar la aparición de resistencia en el hongo, lo que disminuirá la eficacia de los fungicidas y aumentará el riesgo de infecciones futuras. Por lo tanto, es necesario seguir las recomendaciones establecidas por el Comité de Acción Contra la Resistencia a Fungicidas (FRAC) para el uso de fungicidas sistémicos en banano y plátano. Esto incluye la rotación de fungicidas con diferentes modos de acción y la combinación de fungicidas protectores y sistémicos en el manejo integrado de la enfermedad. Además, es importante monitorear la efectividad de los fungicidas y ajustar el programa de aplicación según sea necesario para evitar el desarrollo de resistencia en el hongo (Martínez, Villalta, Soto, Murillo, & Guzmán, 2011)

1.7.3 Control Biológico

El control biológico de enfermedades consiste en el uso de microorganismos o los productos de su metabolismo, para destruir total o parcialmente las poblaciones de un patógeno o para proteger directamente a las plantas de los patógenos en el sitio de infección antes o después de que ocurra la infección. En Sigatoka negra el control biológico ha mostrado una alta eficacia, estos microorganismos son capaces de colonizar y sobrevivir en el filoplano, lo que les permite proteger las plantas contra el

patógeno. En particular, se ha explorado el uso de bacterias secretoras de enzimas líticas, como *Bacillus spp.* y *Serratia spp.*, que han demostrado un nivel de control similar al control químico en condiciones controladas, aunque su desempeño en condiciones de campo ha sido inferior.

Microorganismos del filoplano de musáceas, como bacterias y hongos, han sido aislados y evaluados en términos de su potencial para controlar la Sigatoka negra. Algunos de ellos, como el *B. subtilis* y el *B. amyloliquefaciens*, han producido metabolitos que pueden inhibir fuertemente el desarrollo del patógeno en vitro, mientras que algunos hongos del filoplano han demostrado propiedades quitinolíticas y la capacidad de producir metabolitos secundarios con actividad fungicida contra *M. fijiensis* en condiciones de invernadero e in vitro (Guzmán, 2012).

1.7.4 El uso del azufre en el control de hongos fitopatógenos.

La sigatoka negra es una enfermedad fúngica que afecta a las plantaciones de banano y plátano. El uso de azufre es una de las estrategias de control más comunes para esta enfermedad en las plantaciones de banano.

El azufre se utiliza en forma de polvo mojable, y se aplica en las hojas de la planta de banano mediante pulverización. El azufre actúa como fungicida, y ayuda a controlar la infección fúngica en las hojas de la planta. El azufre actúa inhibiendo la germinación de las esporas del hongo causante de la sigatoka negra, y también puede reducir el crecimiento del hongo en las hojas ya infectadas.

El efecto fisiológico del azufre sobre el hongo se debe a su capacidad para alterar la membrana celular y las proteínas del hongo, lo que afecta su metabolismo y crecimiento. El azufre puede inhibir la germinación de las esporas del hongo y también puede reducir el crecimiento y la reproducción de las células fúngicas. Además, el azufre puede reducir la síntesis de melanina en el hongo, lo que puede disminuir su capacidad para defenderse contra el estrés ambiental y la respuesta del sistema inmunológico de la planta de banano. El efecto fisiológico del azufre sobre el hongo *Mycosphaerella fijiensis* puede ser variable, dependiendo de la concentración, la duración y la frecuencia de la aplicación, así como de la sensibilidad genética del hongo. Además, el uso repetido de fungicidas como el azufre puede favorecer la aparición de resistencia en el hongo, lo que limita su efectividad a largo plazo.

Sin embargo, el uso excesivo de azufre puede tener efectos negativos sobre la planta de banano, y también puede causar la acumulación de residuos de azufre en los frutos. Por lo tanto, es importante utilizar el azufre de manera responsable y siguiendo las instrucciones del fabricante, y también considerar otras estrategias de control integrado para prevenir y manejar la sigatoka negra.

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en una parcela experimental de banano, cultivar Cavendish en la parroquia Jesús María del canto Naranjal, perteneciente a la provincia del Guayas.

Figura 2. Parroquia Jesús María zonal experimental, Guayas-Naranjal.



Se realizará la aspersión dirigida a la hoja uno, por el método de la hoja simple. La toma de datos se realizará cada 7 días hasta cuando el tratamiento testigo de la hoja 1 presente quemaduras en un mínimo de 80%, se procederá a evaluar la enfermedad en porcentajes de desarrollo de acuerdo a la metodología de stover.

2.2 Aplicación de los tratamientos

Tabla 2. Características y dosificación de los tratamientos

PRODUCTO	INGREDIENTES ACTIVOS	CONCENTRACION	DISTRIBUIDORA	DOSIS (l/ha)	OIL (L/ha)
TOP COP	Azufre y Cobre	50% - 4.4%	AGRONPAXI	1.0 L/Ha	3.785
TIMOREX	Melaleuca Alternifolia SC	223 g/L	ADAMA	0.5	3.785
CARI GOLD	Melaleuca Alternifolia EC	223 g/L	AFECOR	0.5	3.785
LANZADOR EN ACEITE	Folpet SC	500 g/L	ADAMA	1.5	3.785
VITALITY	Silica activa, ácidos húmicos, fúlvicos, aminoácidos, materia orgánica y nitrógeno		PROTECSA	1.0	3.785
VITANICA RZ	Bacillus amyloliquefaciens.	FZB42® 9,2x108 ufc/m	PROTECSA	1.0	3.785
BANOLE	Aceite Mineral Parafinico	100%	LUBRISSA	3.785	3.785
LANZADOR EN AGUA	Folpet SC	500 g/L	ADAMA	1.5	0
CONTROL ABSOLUTO					

2.3 Diseño Experimental

Los tratamientos (Tabla 2) se establecieron mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 36 plantas a evaluar.

Tabla 3. Estructuración de los tratamientos

Tratamientos	Fungicidas	Repeticiones
1	TOP COP	4
2	TIMOREX	4
3	CARI GOLD	4
4	LANZADOR EN ACEITE	4
5	VITALITY	4
6	VITANICA RZ	4
7	BANOLE	4
8	LANZADOR EN AGUA	4
9	CONTROL ABSOLUTO	4

2.4 Análisis estadístico

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el análisis de varianza (Anova) y las medias serán separadas mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), con la ayuda del paquete estadístico “Infostat Profesional”.

2.5 Variable de estudio

Las variables de estudio a evaluar fueron, el área foliar afectada (AFA) y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), que se determinaron a los 7-14-21-28-35-42-49 días después de la aplicación.

CAPÍTULO 3: RESULTADO

3.1 Resultados y Discusión

Tabla 4. Área foliar afectada de la hoja 1

TRATAMIENTOS	% AREA AFECTADA HOJA 1
TOP COP	17,59
LANZADOR EN H2O	19,41
CARI GOLD	31,42
LANZADOR EN OIL	35,00
TIMOREX	42,75
VITANICA RZ	43,75
VITALITY	44,50
BANOLE	45,33
CONTROL ABSOLUTO	68,33

Figura 3. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de la hoja 1

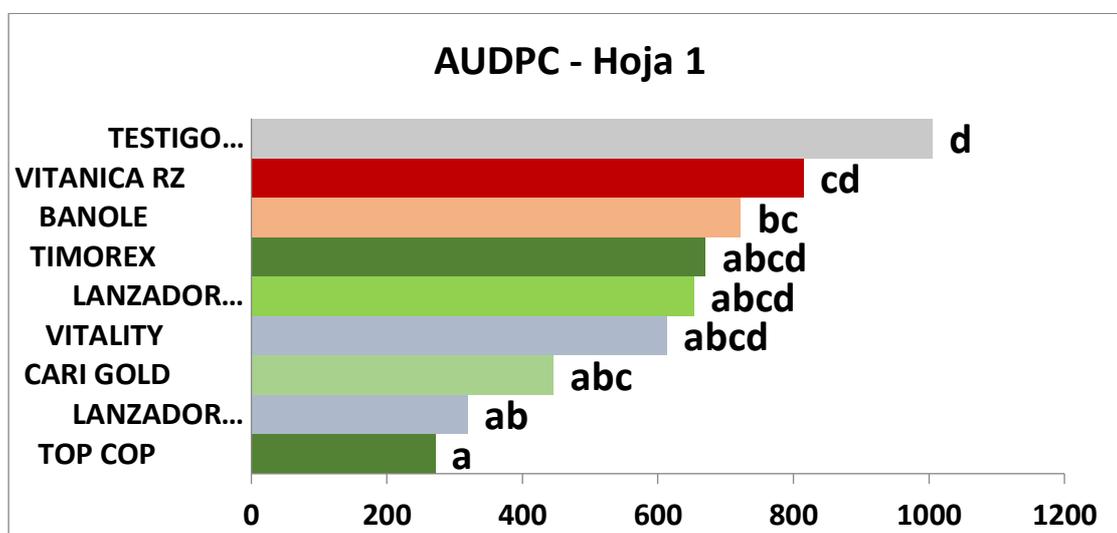


Figura 4. Comparación del área foliar afectada de la hoja 1, del tratamiento a base del fungicida Top-cop, en relación al testigo absoluto.



Tabla 5. Área foliar afectada de la hoja 2

TRATAMIENTOS	% AREA AFECTADA HOJA 2
TOP COP	32,00
TIMOREX	51,67
CARI GOLD	51,83
LANZADOR EN OIL	52,08
BANOLE	53,43
VITALITY	63,75
VITANICA RZ	65,00
LANZADOR EN H2O	79,08
CONTROL ABSOLUTO	93,67

Figura 5. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad de la hoja 2

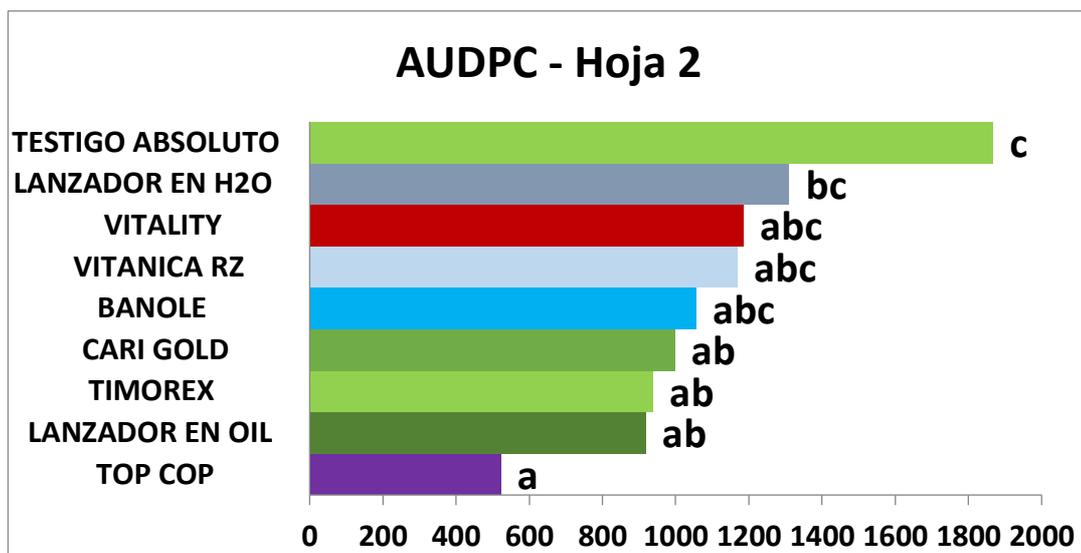
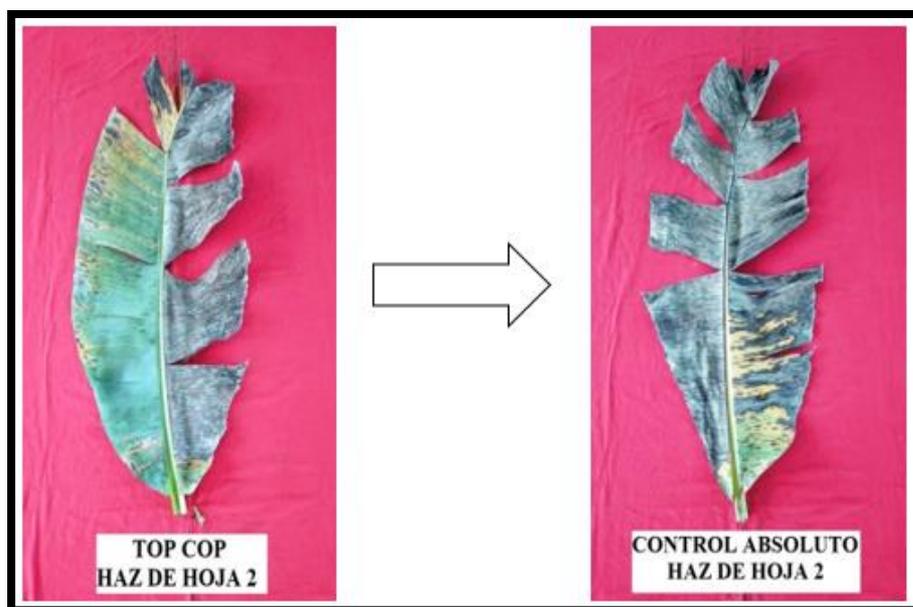


Figura 6. Comparación del área foliar afectada de la hoja 2, del tratamiento a base del fungicida Top-cop, en relación al testigo absoluto.



CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 3 y figura 2, el tratamiento con el fungicida top-cop tiene la menor área foliar afectada y la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos y le siguen en orden de eficacia el fungicida lanzador en agua. Según (Alburqueque & Gusqui , 2018) el mayor porcentaje de inhibición micelial lo obtuvo el tratamiento a base de sulfato de cobre penta hidratado en el control del hongo *Phytophthora infestans* , que inhibe la germinación de esporas y disminuye la biosíntesis de proteínas en los hongos.

Como se observa en la tabla 4-figura 4, el tratamiento con el fungicida top-cop tiene la menor área foliar afectada y la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos y le siguen en orden de eficacia el fungicida lanzador en aceite, Timorex y Cari gold, siendo estos tres últimos tratamientos estadísticamente semejantes. Según (Moreno , 2021) indica que el sulfato de cobre es un fungicida bactericida, que actúa en las etapas iniciales del ciclo biológico del hongo impidiendo la esporulación y el desarrollo de la enfermedad. Tal como nos indica (Reuven, Barbier, & Viti, 2020), los resultados obtenidos en Ecuador demuestran que el aceite de árbol de té (Timorex), tiene una eficacia en el control de *Sigatoka negra* similar a los fungicidas químicos de la familia de los triazoles (Difenoconazol) y Estrobilurinas (azoxystrobin).

5. CONCLUSIONES

En el presente ensayo, mediante la técnica de la hoja simple, se pudo evidenciar que el uso del fungicida Top Cop, presentó la menor área bajo la curva del progreso de la enfermedad, durante toda la epidemia de la sigatoka negra, por lo tanto, un menor porcentaje de área afectada de la hoja, en las hojas 1 y 2 en la planta de banano, en comparación con el resto de los fungicidas, siendo el testigo con los niveles más altos de la enfermedad.

6. RECOMENDACIONES

Es importante monitorear la epidemia de sigatoka negra en el cultivo de banano de forma constante, a fin de detectar a tiempo la presencia de la enfermedad y aplicar los tratamientos adecuados.

Se recomienda implementar un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano, que incluya el uso de fungicidas, en combinación con otras prácticas culturales, como la poda adecuada, la eliminación de hojas enfermas y el uso de variedades resistentes y/o tolerantes.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de banano(envés), con diferentes estadios de la enfermedad.



ANEXO 2. Tratamiento de hoja simple, fungicida lanzador.



ANEXO 3. Tratamiento de hoja simple, fungicida Vitanica RZ



ANEXO 4. Tratamiento de hoja simple, aceite banole- Lanzador- Cari gold.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Alburquerque, D., & Gusqui, R. (2018). Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa vol.25 no.2*, 489-498.
- Alvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañan, L., & Ceballos, G. (2013). *La Sigatoka negra en plátano y banano*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Arteaga, F. (2015). *ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL BANANO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA .
- Barrera, J., Barraza, F., & Campo, R. (2016). EFECTO DEL SOMBRÍO SOBRE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET) EN CULTIVO DE PLÁTANO cv HARTÓN (Musa AAB SIMMONDS). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica vol.19 no.2* , 317-323.
- Barrera, J., Cayón, G., & Robles, J. (2009). *Agronomía Colombiana*, vol. 27, 73-79.
- Borja, J. (2016). La producción de banano bajo el sistema de comercio justo: un análisis del caso ecuatoriano. *Siembra vol.3 no.1*, 7- 10.
- Calle, H., & Yangali, J. (2014). *La Sigatoka Negra en el Ecuador I Seminario Internacional Metodología para la Evaluación de Prueba de Eficacia para Plaguicidas en los principales cultivos del Ecuador*. SIGAT.
- Candanoza, J., Olarte, F., & Moreno, J. (2009). *BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS en el cultivo de plátano de exportación en la región de Urabá*. Medellín - Colombia: Asociación de Bananeros de Colombia - AUGURA.
- Carreño, P., & Portilla, Y. (2020). EL PLÁTANO Y EL BANANO ORIGEN E INFLUENCIA DESDE 1520 EN EL TERRITORIO LLAMADO COLOMBIA. *Trabajo de grado*,. Fundación Universitaria San Mateo, BOGOTÁ.
- Chuquimarca, S., Ávila, V., Orozco, C., Polo, P., Naranjo, A., Montenegro, F., . . . Llerena, M. (2022). *ESTADO DEL BANANO EN ECUADOR: acumulación, desigualdad y derechos laborales*. Quito-Ecuador: © Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Ecuador.
- Cruz, M. (2018). CEPAS BACTERIANAS CON POTENCIAL PARA EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba Vol 8 No.*, 1- 6.

- Efraín, V., & Erik, H. (2017). Análisis de la producción y la comercialización del banano como aspecto socio económico. *Visionario Digital*, Vol. 1/ No.2/ pág.39-52.
- Flores, C. (2015). *Banano: Mycosphaerella fijiensis Morelet (Sigatoka negra)*.
- Gómez, J., Torres, W., Cayón, D., Hoyos, L., & Castañeda, D. (2017). Modelación espacial de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M. Morelet) en banano cv. Gran Enano. *Revista Ceres* 64 (1), 47-54.
- Guijarro, G. (2022). *EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE LASIGATOKA NEGRA EN BANANO (Musa AAA) MARCELINO MARIDUEÑA, GUAYAS*. Guayaquil-Ecuador: PROYECTO DE TITULACIÓN(MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL).
- Gutierrez, J., Mosquera, S., González, L., Mira, J., & Villegas, V. (2015). Effective control of black Sigatoka disease using a microbial fungicide based on *Bacillus subtilis* EA-CB0015 culture. *Biological control*,87, 39-46.
- Guzmán, M. (2012). Control biológico y cultural de la sigatoka-negra. *Tropical Plant Pathology*, 1-4.
- Manzo, G., Guzmán, S., Rodríguez , C., James, A., & Orozco, M. (2005). *BIOLOGÍA DE MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET Y SU INTERACCIÓN*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 87-96.
- Martínez, A., & Cayón , D. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa AAA* Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 64(2), 6055-6064.
- Martínez, I., Villalta, R., Soto, E., Murillo, G., & Guzmán, M. (2011). Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. *CORBANA*, 1-2.
- Mena, X., & Couoh, Y. (2015). Efectos de los plaguicidas utilizados para el control de la Sigatoka negra en plantaciones bananeras en México, así como su efecto en el ambiente y la salud pública. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 9(2), 91-98.
- Moreno , K. (2021). Evaluación de alternativas de manejo de *Verticillium theobromae* en banano orito (*Musa acuminata*AA) en Santo Domingo de los Tsáchilas. *Trabajo de titulación(Ingeniero Agropecuario)*. ESPE, Santo Domingo-Ecuador.
- Nayarit, X. (2009). *Procedimientos De Propagación Del Plátano (Musa Spp)*. Universidad Autónoma De Nayarit Unidad Académica De Agricultura.
- Orozco, M., Orozco, J., Pérez, O., Manzo, G., Farías, J., & da Silva, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, vol. 33, 3, 189-196.

- Ortega, N., Korneva, S., Ruiz, O., Santos, E., & Peralta, E. (2010). Obtención de Multimeristemas y Callos de Diferentes Variedades de Banano y Plátano (*Musa* spp.). *Revista Tecnológica ESPOL*, 99-104.
- Pardo, G., Narváez, C., & Erazo, J. (2020). Análisis del impacto tributario y contable por las variaciones del precio de la caja. *Dominio de las ciencias Vol. 6, núm. 1*, 396-428.
- Quevedo, J., Infante, J., & García, R. (2018). EFECTO DEL USO PREDOMINANTE DE FUNGICIDAS SISTÉMICOS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET) EN EL ÁREA FOLIAR DEL BANAN. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 128-136.
- Ramírez, Y., Perozo, Y., Nava, J., & Bracho, B. (2014). Frecuencia del despunte y dos tipos de deshoje en el manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo del plátano, estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 31, 524-538.
- Reuven, M., Barbier, M., & Viti, A. (2020). ESSENTIAL TEA TREE OIL AS A TOOL TO COMBAT BLACK SIGATOKA IN BANANA. *Outlooks on Pest Management*, 31(4), 180-186.
- Rojas, P., Araya, J., Álvarez, S., Fuentes, G., Velázquez, M., & Fallas, M. (2007). *CARACTERIZACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA AGROCADENA DEL CULTIVO DE PLÁTANO EN LA REGIÓN HUETAR ATLÁNTICA*. Costa Rica.
- Sánchez, F. (2016). Importancia de los lipopéptidos de *Bacillus subtilis* en el control biológico de enfermedades en cultivos de gran valor económico. *Bionatura • Volumen 1 / Número 3*, 135-138.
- Soto, & Moisés. (2011). SITUACIÓN Y AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN BANANERA MUNDIAL. *Revista Brasileira de Fruticultura*.
- Soto, M. (1985). *Bananos: cultivo y comercialización*. University of Minnesota: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Villarreal, M., Villa, E., Cira, L., Estrada, M., Parra, F., & de los Santos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130.