UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL CULTIVO DE BANANO

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
GALARZA VERA JONATHAN JORDANO

TUTORA
ING. BURGOS HERRERÍA TANY MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. BURGOS HERRERÍA TANY MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL CULTIVO DE BANANO,** realizado por el estudiante **GALARZA VERA JONATHAN JORDANO**; con cédula de identidad N° 1207145366 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

_____

Ing. Burgos Herrería Tany MSc.
Catedrático-Tutora

Guayaquil, 22 de junio de 2021

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL CULTIVO DE BANANO**", realizado por el estudiante **GALARZA VERA JONATHAN JORDANO,** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

_____
Ing. Danilo Valdez Rivera, MSc.
PRESIDENTE

_____
Ing. Yoansy García Ortega, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

_____
Ing. Gabriela Delgado Macías, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

_____
Ing. Tany Burgos Herrería, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 9 de junio de 2021

Dedicatoria

A Dios se la dedico por sobre todas las cosas y por haberme dado fortaleza permitiéndome llegar a este nivel muy importante en mi formación profesional.

De manera muy especial a mis padres, que día a día inculcaron en mi normas de valor, conducta, respeto optimismo, confianza, fueron el pilar fundamental en mi vida siempre estuvieron en todo momento demostrándome su apoyo incondicional.

A toda mi familia que han estado en los más duros momentos y siempre dándome aliento y motivándome a seguir luchando. Esto es una pequeña muestra de gratitud hacia ellos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme guiado y dado la fortaleza necesaria en toda mi vida estudiantil.

A las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, que han sabido llevar la Institución al más alto nivel.

A los directivos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Campus Guayaquil por brindarme las facilidades para la realización de este trabajo.

A todos los docentes que conforman la Universidad Agraria del Ecuador que de una u otra manera pusieron un granito de arena con su conocimiento y experiencia. Los mismos que brindaron paciencia y buena actitud al momento de instruirme.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **GALARZA VERA JONATHAN JORDANO,** en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“**“**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*), EN EL CULTIVO DE BANANO”,** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 9 de junio de 2021

_____

GALARZA VERA JONATHAN JORDANO

C.I. 1207145366

Índice general

PORTADA 1

APROBACIÓN DEL TUTOR 2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN 3

Dedicatoria 4

Agradecimiento 5

Autorización de Autoría Intelectual 6

Índice general 7

Índice de tablas 10

Índice de figuras 12

Resumen 14

Abstract 15

1. Introducción 16

1.1 Antecedentes del problema 17

1.2 Planteamiento y formulación del problema 17

1.2.1 Planteamiento del problema 17

1.2.2 Formulación del problema 18

1.3 Justificación de la investigación 18

1.4 Delimitación de la investigación 19

1.5 Objetivo general 19

1.6 Objetivo especifico 19

1.7 Hipótesis 19

2. Marco teórico 20

2.1. Estado del arte 20

2.2 Bases teóricas 21

2.2.1 Historia del banano en el Ecuador 21

2.2.2 Clasificación taxonómica del banano 22

2.2.3 Morfología del cultivo de banano 22

2.2.4 Importancia económica y distribución geográfica del banano 24

2.2.5 Requerimientos edafoclimaticos del banano 24

2.2.6 Exportaciones bananeras en el Ecuador 25

2.2.7 Enfermedades foliares: Sigatoka negra 26

2.2.8 Clasificación taxonómica de la sigatoka negra 26

2.2.9 Biología de *Mycosphaerella fijiensis* 26

2.2.10 Epidemiologia de la enfermedad 27

2.2.11 Diseminación de la enfermedad 28

2.2.12 Síntomas de la sigatoka negra 28

2.2.13 Manejo integrado de la enfermedad 29

2.2.14 Prácticas en el cultivo de banano 30

2.3 Marco legal 33

3. Materiales y métodos 34

3.1 Enfoque de la investigación 34

3.1.1 Tipo de investigación 34

3.1.2 Diseño de investigación 34

3.2 Métodos 34

3.2.1 Variables 34

3.2.2 Tratamientos 36

3.2.3 Diseño experimental 37

3.2.4 Recolección de datos 38

3.2.5 Análisis estadístico 42

4. Resultados 44

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del banano con la aplicación de Streptomyces hygroscopicus + Manganese ethylenebis 44

4.1.1 Ritmo de emisión foliar (cm) 44

4.1.2 Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm) 44

4.1.3 Diámetro del pseudotallo (cm) 45

4.2 Determinación de la dosis que proporciona mejor control sobre la sigatoka negra en el banano 46

4.2.1 Área foliar afectada (%) 46

4.2.2 Residualidad del producto (%) 57

4.3 Análisis de costo 58

5. Discusión 59

6. Conclusiones 62

7. Recomendaciones 63

8. Bibliografía 64

9. Anexos 71

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio 37

Tabla 2. Descripción del diseño experimental en estudio 38

Tabla 3. Costo de inversión del proyecto 40

Tabla 4. Esquema de ANDEVA..... 42

Tabla 5. Ritmo de emisión foliar (cm) 44

Tabla 6. Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm) 45

Tabla 7. Diámetro del pseudotallo (cm)..... 46

Tabla 8. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 7 días (%) 47

Tabla 9. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 14 días (%) 47

Tabla 10. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 21 días (%) 48

Tabla 11. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 28 días (%) 49

Tabla 12. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 35 días (%) 49

Tabla 13. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 42 días (%) 50

Tabla 14. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 49 días (%) 51

Tabla 15. Área foliar afectada – hoja 2 (%) 51

Tabla 16. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 7 días (%) 52

Tabla 17. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 14 días (%) 53

Tabla 18. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 21 días (%) 53

Tabla 19. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 28 días (%) 54

Tabla 20. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 35 días (%) 55

Tabla 21. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 42 días (%) 55

Tabla 22. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 49 días (%) 56

Tabla 23. Área foliar afectada – hoja 3 (%) 57

Tabla 24. Área foliar afectada – hoja 3 (%) 57

Tabla 24. Análisis de costo..... 58

Índice de figuras

Figura 1. Beneficio neto 59

Figura 2. Relación beneficio / costo 59

Figura 3. Croquis del proyecto 71

Figura 4. Método de Stover modificado por Ghaul 72

Figura 5. Escala de Brun para medir ritmo de emisión foliar. 72

Figura 6. Ubicación geográfica del ensayo experimental 73

Figura 7. Análisis andeva ritmo de emisión foliar 74

Figura 8. Ritmo de emisión foliar 74

Figura 9. Análisis andeva diámetro de pseudotallo 75

Figura 10. Diámetro de pseudotallo 75

Figura 11. Análisis andeva longitud inicial de las hojas 2 y 3 76

Figura 12. Análisis andeva longitud final de las hojas 2 y 3 77

Figura 13. Longitud de las hojas 2 y 3 77

Figura 14. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 7 días 78

Figura 15. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 14 días 78

Figura 16. Análisis andeva longitud final de las hojas 2 y 3 a los 21 días 79

Figura 17. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 28 días 79

Figura 18. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 35 días 80

Figura 19. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 42 días 80

Figura 20. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 49 días 81

Figura 21. Área foliar afectada de la hoja 2 81

Figura 22. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 7 días 82

Figura 23. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 14 días 82

Figura 24. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 21 días 83

Figura 25. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 28 días 83
Figura 26. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 35 días 84
Figura 27. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 42 días 84
Figura 28. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 49 días 85
Figura 29. Área foliar afectada de la hoja 3 85
Figura 30. Análisis andeva residualidad a los 7 días 86
Figura 31. Análisis andeva residualidad a los 14 días 86
Figura 32. Análisis andeva residualidad a los 21 días 87
Figura 33. Análisis andeva residualidad a los 28 días 87
Figura 34. Análisis andeva residualidad a los 35 días 88
Figura 35. Análisis andeva residualidad a los 42 días 88
Figura 36. Análisis andeva residualidad a los 49 días 89
Figura 37. Residualidad 89
Figura 38. Preparación de los tratamientos 90
Figura 39. Establecimiento de unidades experimentales 91
Figura 40. Labores culturales en el cultivo de banano 92
Figura 41. Toma de datos longitud de las hojas 92
Figura 42. Evaluación de la infección de la sigatoka negra en el cultivo 93
Figura 43. Evaluación de la residualidad de los tratamientos 94

Resumen

El presente estudio realizado en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, se evaluó la efectividad de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con *Manganese ethylenebis* para bajar la incidencia de la sigatoka negra en el cultivo de banano. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar – DBCA mediante cuatro tratamientos con diez repeticiones, se realizaron aplicaciones por aspersión con un caudal de descarga de dos minutos por parcela. Se consideró la valoración del ritmo de emisión foliar, longitud inicial y final de las hojas dos y tres, diámetro del pseudotallo, eficacia del producto, área foliar afectada, residualidad del producto y el análisis económico. Los resultados demostraron la eficacia del tratamiento T2 (*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite) lo cual logró una baja infestación de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano. Presentó menor índice de severidad del hongo frente a los demás tratamientos. La residualidad de los fungicidas empleados en los tratamientos en las hojas de banano fue marcada por una fase de tiempo de 49 días de acción de los ingredientes activos para el control de esta enfermedad, manifestando una mayor protección de las hojas*.* En cuanto al análisis económico presentó el mayor beneficio con USD$ 5,49.

Palabras clave: Afectación foliar, fungicidas, Manganese ethylenebis, Streptomyces hygroscopicus, residualidad*.*

Abstract

The present study carried out in the Ventanas canton, Los Ríos province, evaluated the effectiveness of *Streptomyces hygroscopicus* in a mixture with *Manganese ethylenebis* to reduce the incidence of black leaf streak in banana cultivation. A completely randomized block design - CRBD was used through four treatments with ten repetitions, spray applications were made with a discharge flow rate of two minutes per plot. The evaluation of the rate of leaf emission, initial and final length of leaves two and three, diameter of the pseudostem, product efficacy, affected leaf area, product residuality and economic analysis were considered. The results demonstrated the efficacy of the T2 treatment (*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + oil) which achieved a low infestation of black leaf streak (*Mycosphaerella fijiensis*) in the banana crop. It presented a lower severity index of the fungus compared to the other treatments. The residuality of the used fungicides in the treatments on the banana leaves was marked by a time phase of 49 days of action of the active ingredients for the control of this disease, manifesting a greater protection of the leaves. Regarding the economic analysis, it presented the highest benefit with USD $ 5.49.

Keywords: Foliar involvement, fungicides, Manganese ethylenebis, Streptomyces hygroscopicus, residuality.

1. Introducción

El Ecuador es uno de los primordiales exportadores de banano, cuyos extensos monocultivos están regidos por normas tecnológicas que permiten cumplir con los requisitos necesarios para la exportación de la fruta. El buen desarrollo del cultivo se debe a la riqueza de los suelos y el entorno climático, además de las buenas prácticas agrícolas (Bermello, 2014).

Este cultivo se ve afectado por algunas enfermedades, la sigatoka negra es una de las de mayor importancia a nivel foliar, causada por ***Mycosphaerella fijiensis Morelet***. Un hongo ascomiceto heterotálico capaz de reducir considerablemente la acción fotosintética de la planta, y puede causar una merma del 100% en la producción y un aumento en el costo, obteniéndose una gran cantidad de racimos pequeños y una maduración precoz, lo cual imposibilita su exportación (Pacheco, 2014).

En Ecuador, para controlar el ataque de la Sigatoka negra, se ha asistido efectuando fumigaciones aéreas y terrestres con una extensa gama de fungicidas y como consecuencia los impactos sobre el medio ambiente y la salud de los trabajadores no son fáciles de corregir. El control químico continúa siendo la estrategia mayormente usada para combatir la Sigatoka negra. La ingeniería genética tiene el potencial para la generación de plantas con cierta resistencia o tolerancia al hongo (Saavedra, 2012).

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 (Guzmán, 2012).

1.1 Antecedentes del problema

Los importadores de banano son exigentes en cuanto a la calidad y requieren que este producto ingrese libre de contaminación y productos químicos perjudiciales para el medio ambiente y la salud del ser humano, el uso excesivo de fungicidas químicos para el control de sigatoka negra es uno de los principales problemas que adquiere el sector productivo.

Esencialmente la problemática en el sector agrícola es el uso de productos orgánicos en el pasado fue olvidado por la facilidad de adquisición y uso de los fungicidas químicos.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La sigatoka negra es considerada una de las principales enfermedades que afectan la producción de plátano y banano en la mayoría de los países donde se ha reportado la presencia y diseminación de este patógeno. El hongo ataca el sistema foliar con efectos significativos sobre el rendimiento, y la calidad de la fruta ocasionando pérdidas altamente significativas que pueden oscilar entre 20 y 50%. En condiciones muy severas, sin ninguna medida de control, las pérdidas podrían alcanzar hasta un 80% en cultivares susceptibles (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

Existen fungicidas altamente efectivos para su control; sin embargo, el patógeno ha logrado desarrollar resistencia a la mayoría de éstos, lo que dificulta su control, necesitando un manejo integrado con reducción de la dependencia del control químico. El manejo integrado para combatir la Sigatoka negra consiste en la combinación de métodos químicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y ambientales; orientando las prácticas de cultivo

a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, además, un programa de uso oportuno y variado de fungicidas permitidos, aplicados de acuerdo al monitoreo semanal de la enfermedad y las condiciones climáticas del momento.

1.2.2 Formulación del problema

Por la problemática planteada y en relación con el tema de investigación correspondiente, se hace necesario contestar lo siguiente:

¿Puede la aplicación de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con *Manganese ethylenebis* bajar la incidencia de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de banano ***(Mussa spp)***, en la zona de Ventanas, provincia de Los Ríos?

1.3 Justificación de la investigación

Debido a la creciente necesidad de un entorno sano y la tendencia del mercado que tienden a ser más exigentes en la adquisición de productos libres de residuos tóxicos, es necesario desarrollar tecnologías alternativas para el control de los principales problemas fitosanitarias; el manejo integrado y uso de fungicidas menos tóxicos que eviten el deterioro de las plantaciones de banano y el medio ambiente.

El interés de emplear adecuadamente los fungicidas para el control de la Sigatoka Negra, permite aportar en la protección del medio ambiente, así como la salud humana, del uso indiscriminado de plaguicidas y el mal manejo de los recursos naturales que en los actuales momentos están causando un impacto negativo, lo cual obliga a identificar alternativas para el manejo de una agricultura sostenible y sustentable que garantice al consumidor la inocuidad del producto.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: El estudio se desarrolló en el cantón Ventanas provincia de Los Ríos, con una temperatura media: 21 a 27°C, Precipitación anual acumulada: 2120 mm., humedad relativa; 81%, Altitud: 25 msnm (Climate Data.org, 2019).

Tiempo: Tuvo una duración de cuatro meses.

Población: Dirigido a los productores de banano.

1.5 Objetivo general

Evaluar la efectividad de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con *Manganese ethylenebis* para bajar la incidencia de la sigatoka negra en el cultivo de banano en Ventanas, provincia de Los Ríos.

1.6 Objetivo especifico

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo en estudio a la aplicación de *Streptomyces higroscopicus* + *Manganese ethylenebis*.
- Determinar cuál de las dosis en estudio proporciona mejor control sobre la sigatoka negra (*Myscophaerella fijiensis*) en el cultivo de banano.
- Realizar un análisis de costo de la aplicación a base de los tratamientos en estudio.

1.7 Hipótesis

Con uno de los tratamientos a base de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con el *Manganese ethylenebis*, presentará los mejores resultados en el control de sigatoka negra (*Myscophaerella fijiensis*).

2. Marco teórico

2.1. Estado del arte

La Sigatoka negra, es una enfermedad de tipo foliar económicamente más importante en Latinoamérica y el Caribe, Esta enfermedad devasta la superficie foliar reduciendo la capacidad fotosintética de la planta conllevando a una prematura maduración de los frutos, se encuentra distribuida en la mayoría de las regiones bananeras en el mundo, fue reportado por primera vez en febrero de 1963 en el distrito de Sigatoka de la isla de Viti Levu en Fidji situada al sudeste Asiático (Maura, 2007, p. 37).

En cuanto al Área foliar afectada (AFA, %) en hoja 3, a los 49 días después de la aplicación se observó que si existió diferencia estadística significativa (P>0,05) entre los fungicidas y el testigo, reflejando que los fungicidas lograron los menores AFA, entre el periodo de los 21 a 49 días (Sabando, 2015, p. 46).

En la variable eficacia o (índice de infección) de sigatoka negra, donde se encontró diferencia estadística según la prueba de Tukey, ubicando a los productos fungicidas orgánicos por encima del testigo absoluto en cuanto a eficacia, significando un importante logro en cuanto al tema de determinar sustancias que ayuden a vializar una herramienta para controlar esta enfermedad (Caicedo, 2015, p. 33).

Se manifiestan que productos que se ubican en el mismo rango de los productos biológicos fueron Timorex, Sting, Sonata en este contexto el aceite agrícola que se ha utilizado durante muchos años para el control de esta enfermedad es la herramienta más útil que existía para la producción orgánica. La infección y la quema evaluada mediante el método de hoja simple (single leaf), condujeron demostraron que estas variables se ajustan a modelos estadísticos que permiten, realizar estimaciones confiables para la elaboración técnica de programas de control (Alcívar, 2014, p. 34).

Bautista (2017) en estudio de la eficacia del fungicida Mancozeb para el control de sigatoka negra (Myscophaerella fijiensis) en el cultivo de banano en el cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos demostró que las tres dosis empleadas en los tratamientos evaluados presentaron excelentes resultados para control de esta enfermedad, mostrando un bajo índice de infección, parejo al testigo comercial; no obstante el mejor resultado se consiguió en la dosis media (T2) con alta eficacia en prevención contra el hongo. En relación a la emisión foliar en la planta no presentó ningún efecto, considerándose además que la dosis es efectiva económicamente, reduciendo los costos de producción.

En estudio realizado por Santillán (2017) “Determinación de ingredientes activos utilizado en la preparación de cocteles para el control de sigatoka negra (Myscophaerella fijiensis Morelet) en banano” recomienta incluir en los programas de aplicación de fungicidas las moléculas químicas: Mancozeb, Clorotalonil, Difenoconazol, Fenpropimorph, Tebuconazoletriadimenol, Epoxiconazol, Pyraclostrobin, Pyrimethanil y Fenpropidin, Izopyrazam y Tridemorf.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Historia del banano en el Ecuador

En la región del Indomalaya fue donde inició el cultivo de banano, trascendiendo desde el sur hasta el oeste de Indonesia, propagándose hasta Hawái y Polinesia; no obstante se comerciaba en Europa en el siglo III ac. En el siglo X se introdujo en el continente africano; y en el siglo XVI es transportada a América por los portugueses y españoles. United Fruit Company fue fundada en 1899 en Centroamérica, consiguiendo ser el primer producto de exportación hacia los EEUU (Silva, 2018).

> El sector bananero es y ha sido uno de los principales secciones sobre el cual se ha sostenido nuestro patrimonio nacional, sin embargo no fue hasta los años 1944 y 1948 en que empezó a formar en una acción que forje dinero para la economía nacional, según registros históricos durante ese período un fuerte tornado devastó los plantíos de banano de los primeros productores de la fruta (en ese entonces eran los países centroamericanos), lo cuales no pudieron proporcionar la demanda de la fruta existente en el mercado mundial. El principal favorecido de este atroz hecho que le aconteció a los países centroamericanos sin duda fue el Ecuador, debido a que desde ese entonces inició a crecer la demanda de nuestro banano por Europa y los Estados Unidos (Aguilar, 2015, p. 3).

El actividad del cultivo de banano inició en El Oro en el año 1.934, fue cuando se exportó por primera vez por intermedio de racimos la variedad Gross Michel, siendo sus iniciales agricultores en esta Provincia los Srs. Luís Landívar y Pedro

Noles, los mismos que exportaron a los mercados internacionales esta fruta tan apetecida a nivel mundial (Angulo, 2009, p. 2).

2.2.2 Clasificación taxonómica del banano

La clasificación taxonómica del banano es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Famlia: Musaceae

Género: Musa

Especie: M. acuminata AAA (Gómez, 2017).

2.2.3 Morfología del cultivo de banano

A continuación se detalla la morfología de la planta de banano.

2.2.3.1. Sistema radicular

El cultivo de banano cuenta con raíces superficiales distribuidas en una capa de suelo entre 30 y 40 cm; cuando emergen son tiernas de color blanco, poniéndose subsiguientemente duras y amarillas. La penetración de las raíces es débil y su distribución es congruente con la textura y estructura del suelo (Infoagro, 2015).

2.2.3.2. Rizoma o bulbo

El rizoma en el banano es el órgano de reserva, siendo un eje bulboso y corto, desarrollando en el área superior el follaje y en la inferior las raíces adventicias; formado por la parte externa como protección y un cilindro central. Está constituido en gran parte de parénquima, comúnmente con cuantiosos gránulos de almidón (Galán, et al., 2018).

Este bulbo subterráneo se encuentra coronando con yemas que se despliegan al florecer y fructificar la planta. La corteza se divide del cilindro central por medio del anillo de Manguin, donde se localiza el meristemo apical y en su torno se forma el pseudotallo (Hernández y Mendoza, 2012).

2.2.3.3. Hoja

Las hojas del banano son delgadas de color verde, siendo más intenso en la parte superior en relación a la inferior, con una nervadura estriada que resalta en el haz. La vena media avanza hasta el margen del eje, mientras que las menores no son muy definidas. Los estomas de la epidermis son más frecuentes en el envés de la hoja; no obstante en el clon gran enano se encuentran en ambas superficies (Soto, 2016)

Constituyen el órgano principal que realiza el proceso de fotosíntesis en la planta, emergiendo desde el centro del pseudotallo. El extremo distal forma un pecíolo más o menos abierto según el cultivar, convirtiéndose posteriormente en la nervadura central que fragmenta el limbo de dos; las demás nervaduras se encuentran en paralelo y nacen en la nervadura central terminando en el margen de la hoja, las mismas que por no estar ramificadas pueden rasgarse con facilidad (Baena, 2016).

2.2.3.4. Flores

Las flores aparecen en la inflorescencia, alrededor de ocho meses luego de plantarse el hijuelo; están formadas por un pedúnculo central con nudos. Las flores femeninas se originan entre los cinco y diez nudos; mientras que las masculinas en los finales y se encuentran al inicio encerradas por brácteas (Pino, 2013).

2.2.3.5. Fruto

El fruto se desarrolla a causa de la acumulación de pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio y hace además que los lóbulos se atrofien y

aparezcan inmersos en la pulpa de los frutos como diminutos gránulos de color negro o pardo oscuro. El proceso de llenado empieza con el levantamiento de la bráctea entre los setenta y noventa días posteriores, influyendo el número de hojas, la radiación y humedad del suelo (Borja, Molina, Ramos, y Urrutia, 2018).

2.2.4 Importancia económica y distribución geográfica del banano

El banano es uno de los cultivos más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación el banano es la fruta tropical más cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales, sólo por detrás de los cítricos, la uva y la manzana. Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los bananos que entran en el comercio internacional, a pesar de que los principales productores son India y China, siendo el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del sudoeste asiático. Los principales importadores son Europa, EE.UU., Japón y Canadá. Los consumidores del norte lo aprecian sólo como un postre, pero constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales, constituye una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo (Infoagro, S.f., p. 3).

2.2.5 Requerimientos edafoclimaticos del banano

- **Clima**: El banano demanda un clima cálido y una constante humedad en el aire. Requiere una temperatura media de 26-27 ºC, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31º norte o sur y de los 1 a los 2 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. El crecimiento se interrumpe a temperaturas inferiores a 18 ºC, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 ºC y mayores de 45 ºC. En ambientes tropicales, la luz, no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo se alarga. El desarrollo de los hijuelos también está influenciado por la luz en cantidad e intensidad (Infoagro, S.f., p. 4).

- **Pluviosidad:** La necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha (Infoagro, S.f., p. 4).

- **Viento** Los efectos pueden variar, desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de las estomas hasta la aceración de la lámina foliar, siendo el daño más generalizado, provocando unas pérdidas en el rendimiento de hasta un 20%. Los vientos muy fuertes destrozan los peciolos de las hojas, quebrantan los pseudotallos o erradican las plantas enteras inclusive (Infoagro, S.f., p. 4).

2.2.4.1. Temperatura

La temperatura óptima para el buen desarrollo del cultivo de banano oscila entre 21 a 30°C., con una luminosidad desde 1200 mm hasta 1400 horas/luz/año, en un lapso de 3 a 4 horas al día (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2014).

2.2.4.2. Agua

El requerimiento de precipitación media debe ser entre 28 a 42 mm., necesitando el banano como mínimo 1200 mm a 1800 mm de agua lluvia en el mes (Vizcaino, Betancourt, y Andrade, 2014).

2.2.4.3. Suelo

La adaptación del banano en suelos franco arcillosa, franco arenoso es buena, necesitando que tengan fertilidad, además de un buen drenaje; se considera adecuada una pendiente entre 0% hasta 3% (Ochoa, 2019).

2.2.4.4. pH

El banano además de los nutrientes del suelo requiere un alto contenido de sales y alcalinidad, siendo recomendado que el terreno tenga entre 5.5 y 6.5 de Ph (Garrido, Hernández, y Noriega, 2011).

2.2.6 Exportaciones bananeras en el Ecuador

> El 30% de la oferta mundial de banano proviene de Ecuador, siendo el mayor exportador en el mundo. Esta fruta representa el 10% de las exportaciones totales y el segundo rubro de mayor exportación del país, al ser apetecida por consumidores de los mercados más exigentes y formar parte de la dieta diaria de millones de personas. Es muy importante resaltar la solidez de la actividad bananera, en el contexto de la economía del país, pues la exportación de la fruta, antes y después del boom petrolero, mantiene una importante posición en la generación de divisas y de fuentes de empleo para el pueblo ecuatoriano, siendo muy superior al de otros rubros productivos, el 95% de la producción ecuatoriana se exporta, llega a 43 mercados a nivel mundial (Silva, 2016, p. 12-13).

2.2.7 Enfermedades foliares: Sigatoka negra

La primera aparición en el continente Americano de esta enfermedad fue reportada en Honduras en año de 1972 mezclada con Sigatoka amarilla, en el Ecuador apareció en 1986, el agente causal, El agente causal de la Sigatoka negra es el hongo Ascomycete que se reproduce en forma sexual y asexual durante su ciclo de vida. ***Mycosphaerella fijiensis*** **Morelet** (fase sexual) o ***Paracercospora fijensis*** **Morelet** (fase asexual) (Maura, 2007, p. 37,38).

La mancha negra de la hoja o Sigatoka negra, ocasionada por el hongo ascomiceto Mycosphaerella fijiensis Morelet, provoca pérdidas cuantiosas en la producción bananera a nivel mundial y representa un factor limitante de la producción en la industria bananera ecuatoriana. Las medidas de control se basan, principalmente, en el uso de fungicidas químicos, productos que son tóxicos para animales y plantas y crean resistencia en las cepas del patógeno, sin embargo, la percepción pública en los últimos años ejerció alta presión sobre los agricultores e investigadores para desarrollar sistemas de producción ambientalmente más amigables y sostenibles (Castro, 2015, p. 1).

2.2.8 Clasificación taxonómica de la sigatoka negra

La clasificación del hongo ***Mycosphaerella fijiensis*** es la siguiente:

Clase: Ascomycetes

Orden: Dothideales

Sub-Orden: Seudophaerineae

Familia: Mycosphaerellaceae

Género: ***Mycosphaerella***

Especie: ***fijiensis*** (Calle, 2014, p. 6).

2.2.9 Biología de *Mycosphaerella fijiensis*

M. fijiensis se reproduce en forma asexual y sexual. La reproducción asexual se presenta en lesiones jóvenes de la enfermedad (estrías 2 y 3 y el primer estadio de mancha). Los conidios aparecen en conidióforos sencillos que emergen de las estomas, principalmente por la superficie abaxial de las hojas. Los conidios se dispersan por el salpique de la lluvia y se asocian con la diseminación de la enfermedad a corta distancia. La fase sexual, de mayor importancia en el desarrollo de la enfermedad, se produce en las lesiones maduras, en estructuras denominadas pseudotecios, en cuyo interior se encuentran las ascosporas, las cuales son liberadas al ambiente en períodos de alta humedad para ser dispersadas hasta largas distancias por las corrientes de aire (Borja, 2019).

2.2.10 Epidemiologia de la enfermedad

La enfermedad sigatoka es policíclica, por presentar varios ciclos de vida, cuya diseminación es a través de las conidias y ascosporas con un crecimiento rápido en todas las fases, inoculación, infección, colonización, esporulación, dispersión y nuevas infecciones. La función principal de las conidias es la prevalencia de la enfermedad cuando la precipitación se encuentra baja; mientras que las ascosporas se encargan de la dispersión y colonización en otras áreas mediante el viento (Fuentes y Vergara, 2018).

La reproducción de la enfermedad puede ser sexual y asexual generando un gran desarrollo ya que las ascosporas y los conidióforos son disgregados por factores físicos como agua, lluvia, viento hacia diferentes sitios de la plantación (Ochoa y Gómez, 2014).

Se inicia el ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* al momento que las esporas o conidios se asientan sobre las hojas sanas, germinando y penetrando el inóculo. Este proceso se acelera si existen las condiciones apropiadas, es decir una humedad relativa de 90 a 100%, altas temperaturas sobre los 26°C y, la presencia de agua sobre las hojas, donde la germinación ocurre entre dos y seis horas (Cavero, 2015).

> El ciclo de vida del patógeno inicia con la germinación de las esporas que, se depositan sobre las hojas. Para que ocurran los procesos de germinación y penetración es indispensable la presencia de agua libre. Las esporas germinan en menos de 2 h, dando lugar a tubos germinativos rectos que se alargan y ramifican en búsqueda de estomas por donde penetran en menos de 1 semana. El crecimiento ideal del hongo ocurre a temperaturas entre 25 y 28°C. Bajo condiciones óptimas el período de incubación dura 17 días en banano. Los primeros conidios que se forman sobre lesiones en estado de estría, aparecen 28 días luego de la infección en banano. La terminación del ciclo ocurre con la liberación de las primeras ascosporas, la cual se puede presentar 49 días después de la infección en banano. Las hojas sólo pueden ser infectadas durante el tiempo que permanezcan en estado verde, pero la producción de esporas se puede prolongar durante varios meses en las hojas muertas o secas sin descomponer (González, 2012, p. 24).

El Cavendish es uno de los cultivares que presenta mayor susceptibilidad a la sigatoka negra, que al afectar a las hojas disminuye el proceso fotosintético, retardando el desarrollo del fruto y por ende su calidad (Castelán y Abadie, 2013).

2.2.11 Diseminación de la enfermedad

Para la diseminación de la enfermedad influyen diferentes factores:

- Viento: es el factor que permite la dispersión de las esporas de la sigatoka negra, éstas son dispersadas y depositadas en las hojas más jóvenes de la planta; si las condiciones de humedad son buenas, el hongo penetra en el tejido foliar y se produce el primer síntoma característico de pizca y posteriormente la mancha necrótica.

- Lluvia: juega un papel importante en la liberación del inóculo, la precipitación provee condiciones de humedad que favorecen en desarrollo de las infecciones, permitiendo establecer una época con relativa baja incidencia y otra de alta incidencia.

- Movilización incontrolada de hojas enfermas por los humanos. A través de ríos que, al salirse de su cauce, arrastran material enfermo que luego se depositan en riveras; por la acción del viento la espora se distribuye en las plantaciones (González, 2012, p. 25).

2.2.12 Síntomas de la sigatoka negra

Según la escala de Fouré, los síntomas de la Sigatoka negra se pueden reconocer a través de seis estados:

- Estado 1. Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas.

- Estado 2. Rayas o estrías cloróticas de 3–4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón.

- Estado 3. Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud.

- Estado 4. Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz.
- Estado 5. Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido.
- Estado 6. Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico (Álvarez, 2013, p. 2).

La transmisión de Mycosphaerella fijiensis es por el aire, afectando las hojas del banano en plantaciones pequeñas y grandes. Se evidencia la sigatoka negra al aparecer pequeñas motas que se transforman en rayas paralelas a las venas de las hojas; posteriormente se tornan manchas que forman un halo clorótico que termina en una necrosis extensa. La producción de las plantas afectadas es de baja calidad con racimos pequeños y frutas con maduración prematura y pulpa cremosa, no apto para la exportación (Cunniff, 2014).

2.2.13 Manejo integrado de la enfermedad

> El manejo integrado de enfermedades se define como una herramienta sustentable para el combate de patógenos, mediante la combinación de métodos químicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y ambientales, El manejo integrado de Sigatoka negra contempla el uso de diferentes métodos de control apoyado por el conocimiento del cultivar/variedad de banano (susceptibilidad a la enfermedad, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie del hongo, tipo de reproducción, estructura genética, diseminación, fuente de inóculo, sobrevivencia, período de incubación y ciclo de la enfermedad) y clima (cantidad y distribución de la precipitación, temperatura, rocío, radiación solar, nubosidad y humedad relativa). Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de las plantas, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo dentro de la plantación, Moorman, 2004, citado por (Orozco, 2008, p. 190).

> En control cultural se encuentra entre las alternativas tecnológicas que contribuyen en el manejo integrado de la enfermedad, como es la implementación de buenas condiciones de drenaje, para evitar alta humedad en la plantación, mantener el deshoje fitosanitario y cirugía para evitar al máximo la liberación de esporas procedentes de hojas enfermas y mantener una buena distribución de las plantas a través del deshije para lograr una mejor cobertura de los fungicidas (Muñoz, 2015, p. 8).

Las medidas de manejo de la enfermedad se han basado en el uso de productos químicos que aunque permiten enfrentar de forma eficaz la enfermedad, presenta desventajas por sus efectos sobre el medio ambiente, sumado a la resistencia de las poblaciones del patógeno, adquirida por la aplicación de ciertos fungicidas sistémicos muy utilizados como los benzimidazoles y más recientemente los triazoles. Vega, 2002, citado por (Cuéllar, 2011).

Para el control convencional de la Sigatoka Negra se emplean diversos materiales genéticos que sean resistentes, además se realizan aplicaciones de químicos, labores culturales, esquemas agrícolas seguros, la adecuación de un buen drenaje para ayudar a la disminución de la humedad relativa (Infante, 2017).

El manejo de esta enfermedad se basa casi en su totalidad de tratamientos frecuentes con el uso de fungicidas, aplicados semanalmente, sobretodo en la época de crecimiento. Sin embargo el uso frecuente de fungicidas constituye un factor negativo para el ecosistema y la salud, además genera resistencia de las cepas, lo que conlleva a la disminución de la eficiencia de éstos, siendo imperioso buscar alternativas para el control de la enfermedad (Friesen, 2016).

2.2.14 Prácticas en el cultivo de banano

- **Deshoje:** Es la primera medida de control y la más accesible e importante, que consiste en eliminar hojas afectadas según dos técnicas: Eliminación de las hojas que tienen más de un tercio de su área necrosada. Al cortarlas se las debe colocar en el suelo una encima de otra y supresión de las puntas o partes necrosadas de las hojas, la frecuencia de esto puede ser: una vez cada 10 a 12 días en la época lluviosa y cada 15 a 20 días en la época seca, la eliminación de las hojas manchadas no sólo reduce el inóculo potencial de la enfermedad sino que también es fundamental para facilitar las aspersiones de los productos. Cabe indicar que al cortar el tejido verde lesionado se interrumpe el ciclo del inoculo de origen conidial y ascospórico por lo que hay que hacerlo en tiempo oportuno (Pico, 2004, p. 11).

- **Deshije:** Se emplea para la selección del hijo adecuado para la producción, eliminando los demás para evitar la competencia de nutrientes, agua y luz,

logrando un mejor rendimiento del seleccionado (Méndez y Rodríguez, 2016).

- **Deshoje:** Se eliminan hojas secas, así como aquellas que presentan daños, sean mecánicos como por enfermedad, realizando el corte lo más cercano a la parte con afectación y también se puede emplear una poda quirúrgica solamente eliminando la parte afectada (Vargas, Acuña, y Valle, 2015).

- **Tratamientos a la hojarasca:** Considerando la importancia del tejido foliar infectado como fuente de inóculo de ***M. fijiensis***, es importante la evaluación de diferentes compuestos aplicados a la hojarasca con la finalidad de disminuir la esporulación del hongo y/o acelerar su proceso de degradación. En Costa Rica, se ha probado el efecto antiesporulante de diferentes compuestos como la urea, el fungicida sistémico propiconazole, glifosato, aceite agrícola, iodo, ceras, el fungicida protectante clorotalonil y mezclas de éstos (Orozco, 2008, p. 192).

- **Minicomposteo:** Comúnmente los deshechos de las plantas (hojas dobladas, tejido eliminado por el saneo y residuos de cosecha) se esparcen en toda la plantación, lo cual presenta dos inconvenientes:

  1) Si son hojas con Sigatoka negra: éstas al humedecerse con el agua de riego y lluvia provocan un ambiente favorable que estimula la maduración de los pseudotecios y la esporulación.

  2) Cuando se deja la hojarasca esparcida en toda la plantación su degradación es muy rápida, lo que conduce a una generación de procesos anaeróbicos por la ausencia de oxígeno, provocando el crecimiento de microorganismos que impermeabilizan y compactan el suelo, el crecimiento de la micro flora es lento y solo reciclan los elementos vitales presentes, sin atacar los minerales insolubles. Con este manejo de hojarasca se incorpora una reducida cantidad de materia orgánica Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006, citado por (Da Silva, 2008).

- **Manejo del agua y métodos de riego:** El abastecimiento de agua puede ser por precipitación o un sistema adecuado de riego, dependiendo de las necesidades de la zona, considerando la importancia de mantener una

buena disponibilidad de agua para el cultivo que permita incrementar el rendimiento. En cuanto al drenaje pueden ser superficial, con la finalidad de impedir encharcamientos o saturación del suelo; o profundo, cuando existe una mala percolación o una alta capa freática. Un buen sistema de drenaje acrecienta la producción y ayuda en la disminución de la incidencia de plagas y enfermedades (Saavedra, 2017).

- **Nutrición y fertilidad del suelo:** Es importante la disponibilidad de los elementos nutritivos que requiere la planta del banano de una manera balanceada, siendo la nutrición un proceso complejo que involucra de diferentes macro y micro elementos como las interacciones entre ambiente y planta. Entre los macroelementos están el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S), que deben aplicarse en grandes cantidades; y, los microelementos principales son el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl), proporcionados en pequeñas cantidades, generalmente mediante aplicaciones foliares (Torres, 2012).
- **Sistema de producción perenne, anual o bianual:** En América Latina, el banano se siembra principalmente como un cultivo perenne, en donde existen plantas de todas las edades en todo momento. Esta condición mantiene de manera permanente tejido foliar susceptible a nuevas infecciones por el agente causal de la Sigatoka negra. En contraste, las siembras anuales o en ciclos de dos a cuatro años con lotes de plantas de una misma edad tienen la ventaja de romper el ciclo de la enfermedad al final de la cosecha, lo cual facilita el manejo de los niveles de inóculo y el diseño de estrategias de control más eficientes. Sin embargo, la implementación de cualquiera de los sistemas conlleva a un análisis de beneficios productivos-económicos a corto y mediano plazo, así como las ventajas o desventajas en el manejo de la Sigatoka negra. Romero, 1998 citado por (Da Silva, 2008).

- **Control de malezas:** Este control puede ser cultural, mecánico y químico; siendo en plantaciones comerciales muy utilizado el método químico; el

método cultural se realiza con coberturas verdes; mientras que el mecánico es a través de machete realizando la eliminación de la maleza sobre la unidad de producción en un radio de 1m desde el pseudotallo y en los callejones se dejan cinco centímetros para evitar desolar totalmente el terreno (Quintero y Carbono, 2015).

2.3 Marco legal

De acuerdo a la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria los artículos con que se fundamenta el actual proyecto de investigación son:

> **Artículo 1.** Finalidad.- Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.
> El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.
> **Artículo 3.** Deberes del Estado.- Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado¸ deberá:
> a) Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuacultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales.
> b) Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra. (Asamblea Nacional, 2011, p. 1-2).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

Se lo realizó por medio de la aplicación de un fungicida sistémico biológico a base de una bacteria ***Streptomyces higroscopicus*** en combinación con un fungicida químico (Mancozeb), aplicado a diferentes dosis y mezclas esperando tener los objetivos planteados.

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental.

3.1.2 Diseño de investigación

Debido al fundamento teórico y deductivo con el que se plantea se lo considera de modalidad aplicada.

3.2 Métodos

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Aplicación de los fungicidas para el control de sigatoka negra.

3.2.1.2. Variable dependiente

Ritmo de emisión foliar (cm).

Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm).

Diámetro del pseudotallo (cm).

Eficacia del producto en el control de sigatoka negra (%).

Área foliar afectada

Residualidad del producto (%).

3.2.1.3. Variables a evaluarse

- **Ritmo de emisión foliar (cm)**

Para establecer el ritmo de emisión foliar, se tomaron las mismas plantas utilizadas en la aplicación de los fungicidas las cuales estuvieron identificados con carteles, numerados de acuerdo a cada tratamiento, además de las cintas respectivas. La marca también se hizo en cada hoja identificada con el tratamiento, se colocó en el peciolo de la hoja uno. El desarrollo de la hoja candela se valoró de acuerdo a la siguiente escala de Brun (Figura 3).

  - Estadio 0: Hoja candela aproximadamente de 10 cm de longitud.
  - Estadio 2: Hoja candela más grande, pero aún no alcanza su desarrollo completo.
  - Estadio 4: Hoja candela completamente libre.
  - Estadio 6: El lado izquierdo ya está abierto y su apertura ocurre en extremo del ápice.
  - Estadio 8: La parte de arriba de la hoja se abre y la base tiene la forma de una corneta abierta.

- **Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm)**

Se realizó la medición de las hojas cada siete días, utilizando una cinta métrica, posteriormente se realizó el promedio mediante el test de Tukey al 5% de probabilidad.

- **Diámetro del pseudotallo (cm)**

Para medir esta variable se utilizó un instrumento de precisión como los es el calibrador y se expresó en cm.

- **Eficacia del producto en el control de sigatoka negra (%)**

Se realizó en las hojas dos y tres en el período de evaluación mediante la observación visual de su progreso frente a los tratamientos aplicados. Se hizo un seguimiento cada siete días, siguiendo la metodología de Stover modificada por Ghaul (figura 2), lo que permitió la evaluación de la incidencia y severidad de la Sigatoka negra.

- **Área foliar afectada**

Este sistema consiste en una estimación visual del área foliar afectada (AFA), en todas las hojas de las plantas, sin necesidad de bajar la hoja. La estimación visual está en función de seis grados de desarrollo de la enfermedad se lo efectuó mediante la metodología de Stover, modificada por Ghaul (figura 2).

- **Residualidad del producto (%)**

Para este análisis se empleó el método de la hoja simple, siendo la residualidad lo contrario al área foliar afectada, considerando la hoja limpia libre de enfermedad; efectuando estas valoraciones a los 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días posteriores a la aplicación del producto de acuerdo a cada tratamientos.

- **Análisis económico**

Se realizó tomando en cuenta la metodología del análisis de presupuesto parcial descrito por el programa de economía del CIMMYT.

3.2.2 Tratamientos

En el presente proyecto se utilizó un total de cuatro tratamientos los cuales están descritos en la tabla 1 con sus respectivas dosificaciones y aplicación.

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Nº	Tratamientos	Dosis / has	Dosis por parcela	Aplicaciones
T1	*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + agua	1.5 l +1500 g + 16 l	1 l de la mezcla / Agua	Cada 7 días mediante aspersión de 2 minutos por parcela
T2	*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite	1.5 l +1500 g + 6 l	1 l de la mezcla / Aceite	Cada 7 días mediante aspersión de dos minutos por parcela
T3	*Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	1.5 l + 90 cc + 16 l	1 l de la mezcla / Agua y aceite	Cada 7 días mediante aspersión de dos minutos por parcela
T4	Testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua)	1.5 l + 6 l + 16 l	1 l de la mezcla / Agua y aceite	Cada 7 días mediante aspersión de dos minutos por parcela

Se describen los tratamientos en estudio
Galarza, 2021

3.2.3 Diseño experimental

Para realizar este estudio en la zona de Ventanas se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por los tratamientos mostrados en la (tabla 2), con 10 repeticiones obteniendo un total de 40 unidades experimentales, cada unidad experimental será representada por una planta de banano.

Tabla 2. Descripción del diseño experimental en estudio

Tratamientos	4
Repeticiones	10
Parcelas	40
Plantas por parcela	4
Plantas totales	160
Distanciamiento entre plantas	2,5
Distanciamiento entre hilera	2,7
Planta útil por parcela	1
Longitud de la parcela	10,5 m
Ancho de parcela	11 m
Tamaño de las plantas	3 m
Área total del experimento	4620 m^2

Se describen los tratamientos en estudio
Galarza, 2021

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Características de los productos que se utilizaron en la investigación

Para el experimento se usaron los siguientes productos:

- **Mai-5 LS:** Es un fungicida sistémico de amplio espectro con acción preventiva y curativa perteneciente al grupo de Amino glucósido antibiótico que controla un amplio espectro de enfermedades que afectan una diversidad de cultivos, el Mai-5 SL esta formulado a base del metabolito Nucleósido de Pirimida que proviene de la fermentación de la bacteria *Streptomyces hygroscopicus*, este género de bacteria se encuentra comúnmente en la tierra en donde juega un rol importante en la descomposición de materiales orgánicos como la celulosa y quitina, es un producto muy seguro para el ser humano, animales y ambiente. (Marketing ARM Internacional, 2015).

- **Mancozeb:** Es un fungicida muy activo que actúa por contacto sobre las hojas para el control preventivo de un amplio espectro de hongos y en un

amplio rango de cultivos, su ingrediente activo es *Manganese ethylenebis*, cuya persistencia es baja en el ambiente. Alta compatibilidad con otros agroquímicos utilizados en cultivos más comunes. Tiene una excelente actividad preventiva de contacto. Actúa por contacto sobre las esporas del hongo en la superficie del tejido a proteger. No penetra en las hojas y su capacidad de adherencia, dependerá de la calidad de la formulación, no proteje tejido nuevo producido después de la aplicación, dispone de un mecanismo multisitio, induciendo a una inhibición enzimática múltiple y de la respiración, inactivando los grupos Sulfídricos (-SH), desnaturalizando las enzimas, afectando el Ciclo de Krebs, impidiendo la formación del ATP (Trifosfato de Adenosina), afectando los lípidos de la membrana celular. El Mancozeb inhibe la germinación de las esporas y la formación del tubo germinativo sobre la superficie de la hoja (Quimí, 2013, p. 6-11).

- El fungicida **Volley® 88 OL** representa un control contundente y eficiente de Sigatoka, su ingrediente activo es **Fenpropimorph** con menor pérdida de hojas y es ideal para el manejo de resistencia y rotación de moléculas. Del mismo modo, tiene más días de control y amplio poder de retención de la enfermedad en estadio 3-4. Además de controlar la Sigatoka negra, controla también la Sigatoka amarilla; ya que, es una de las afectaciones que más preocupan a los productores por sus efectos directos sobre el follaje., distribución y cobertura de las áreas superficiales de la planta, protege la aplicación de pesticidas contra la lluvia, debido a la absorción rápida y es económico (Marketing ARM Internacional , 2017).

3.2.4.1.2. Recursos bibliográficos

Para este trabajo se extrajo información de: Libros, tesis, folletos, revistas, periódicos, sitios web, entre otros.

3.2.4.1.3. Materiales y equipos

- Cultivo establecido de banano.
- *Streptomyces hygroscopicus*.
- *Manganese ethylenebis*.
- Equipos de fumigación (mascara, botas, guantes, ropa adecuada, etc.).
- Moto Bomba
- Machete
- Piolas
- Carteles de identificación de la investigación.
- Computador.

- Cámara fotográfica

3.2.4.1.4. Recursos humanos

- Tesista.
- Directora de tesis.

3.2.4.1.5. Recursos económicos

Los gastos que se realicen en el proyecto de investigación experimental fueron cubiertos en su totalidad por el tesista, por un valor de $1 250, de acuerdo a los materiales experimentales y herramientas a utilizar entre otros factores.

Tabla 3. Costo de inversión del proyecto

Descripción	Cantidad	C .U (dólares)	Costo total
Trabajo de campo	1	800	800
Productos		300	300
Transporte		50	50
Imprevistos		100	100
		TOTAL (Dólares)	**1 250**

Galarza, 2021

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Los métodos teóricos que se utilizaron en esta investigación fueron deductivos, inductivos, analíticos, lo cuales se detallan a continuación:

3.2.4.2.1. Método deductivo

Es aquél que parte de los antecedentes generales admitidos como válidos, para concluir por medio del razonamiento lógico, varias teorías, es decir; parte de verdades anticipadamente formadas como principios generales, para luego usarlos a temas individuales y patentizar así su validez.

3.2.4.2.2. Método experimental

Consiste en evidenciar, medir las variaciones o efectos que tolera un entorno cuando en ellas se implanta un nuevo fundamento dejando las demás causas en igual estudio. Dicho de otra forma, este método consiste en hacer un cambio en el valor de una variable y observar su efecto en otra variable.

3.2.4.2.3. Método sintético

Mediante este método se logró compendiar los aspectos más notables de la investigación.

3.2.4.2.4. Técnicas a utilizar

El área total del ensayo concierne a 4620 m^2, conformada por 40 bloques conformados por 4 tratamientos y 10 repeticiones, en cada bloque están sembradas 4 plantas de banano de variedad (Williams meristemo), en forma lineal con un distanciamiento entre planta de 2.5 y entre hilera de 2.7, las cuales tienen un tamaño de 3 m. En primer lugar se realizó la identificación y marcación, en cada una de las plantas con sus respectivos carteles según el tratamiento y repetición, también se identificó la emisión foliar y se procedió a contar de arriba hacia abajo para identificar la posición de la hoja uno, dos y tres; de esta forma se realizó la evaluación y registro del período progresivo de la enfermedad donde se comprobó la presencia de estadios en las hojas evaluadas. Se consideraron todas las medidas de seguridad del medio ambiente y los aspectos de una BPA tomando en cuenta las cautelas y medidas de seguridad en la preparación y aplicación de fungicidas de uso agrícola. La aplicación se realizó a toda la planta de banano con una Motoaspersora (Kawashima), la cual simula la descarga del producto que realiza la avioneta por hectárea a las plantaciones de banano. Se realizaron 6 aplicaciones.

La preparación de los fungicidas se efectuó en 1 litro de mezcla total por tratamientos, al instante se llevó a cabo la calibración de la Motoaspersora en la cual se le dio un caudal de descarga de dos minutos por parcela, tiempo suficiente para rociar 10 plantas que representan un tratamiento. Se realizó la prueba de cobertura colocando papel hidrosensible en las hojas evaluadas para poder observar la cobertura de aplicación de la Motoaspersora, la cual fue un éxito.

Posteriormente de la aplicación de los fungicidas se determinó la residualidad en las hojas evaluando el porcentaje de infección cada semana (siete días), la eficacia o control se realizó en las hojas que presentaron estadios dos de la enfermedad.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el estudio se evaluaron estadísticamente mediante el análisis de varianza, cuyo esquema se indica en la (tabla 4), utilizando la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Tabla 4. Esquema de ANDEVA

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	(r-1)	6
Tratamientos	(t-1)	3
Error	(r-1)(t-1)	9
Total	N-1	15

Se describe el análisis estadístico
Galarza, 2021

3.2.5.1. Hipótesis estadística

Ho: Ninguno de los tratamientos a base de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con el *Manganese ethylenebis*, presentará los mejores resultados en el control de sigatoka negra (*Myscophaerella fijiensis*).

Ha: Al menos uno de los tratamientos a base de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con el *Manganese ethylenebis*, presentará los mejores resultados en el control de sigatoka negra (*Myscophaerella fijiensis*).

4. Resultados

4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del banano con la aplicación de Streptomyces hygroscopicus + Manganese ethylenebis

4.1.1 Ritmo de emisión foliar (cm)

En la tabla 5 se observan los promedios proporcionados en la evaluación del ritmo de emisión foliar durante el periodo de estudio, en el cual el T2 obtuvo un mejor resultado con 1.27 cm; de acuerdo al análisis de varianza, el cuadrado medio para tratamientos tuvo significancia estadística, con un rango de variación de 0.17 cm entre el T2 (Streptomyces hygroscopicus + *Manganese ethylenebis* + aceite) y el T4 testigo convencional, con un coeficiente de variación del 10.94%.

Tabla 5. Ritmo de emisión foliar (cm)

Tratamiento	Media	Significancia	
T2 Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis + aceite	1.27	A	
T3 Streptomyces hygroscopicus + aceite + agua	1.26	A	B
T1 Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis + agua	1.17	A	B
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	1.10		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

4.1.2 Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm)

El promedio de la longitud de las hojas durante el proyecto, en un lapso de 49 días, en el tratamiento T2 se incrementó de 125.28 a 137.53 cm, (12.25 cm), existiendo diferencia significativa en el análisis estadístico en comparación con el

testigo convencional. En la tabla seis se evidencia que el crecimiento de las hojas tuvo una variación entre los tratamientos, cuyos coeficientes de variación en las fases inicial y final fueron de 2.97 y 2.66 %.

Tabla 6. Longitud inicial y final de la hoja dos y tres (cm)

Tratamiento	Longitud inicial	Longitud final
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	125.28 a	137.53 a
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	120.78 b	136.03 a
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	122.93 ab	134.18 a
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua)	116.21 c	129.47 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

4.1.3 Diámetro del pseudotallo (cm)

En la tabla siete se presenta las medias de la variable diámetro el tallo con índice de variación de 5.8 cm, obteniendo el T3 (*Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua) el diámetro más alto con 40.20 cm y el más bajo fue del T4 (Testigo convencional) con 34.40 cm.

El coeficiente de variación obtenido durante el análisis estadístico con la prueba de turkey fue de 12.50%.

Tabla 7. Diámetro del pseudotallo (cm)

Tratamiento	Media	Significancia	
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	40.20	A	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	40.00	A	B
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	36.20	A	B
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua)	34.40		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

4.2 Determinación de la dosis que proporciona mejor control sobre la sigatoka negra en el banano

4.2.1 Área foliar afectada (%)

Se registraron los datos obtenidos en base a la observación visual, siguiendo la metodología de Stover modificada por Ghaul, considerando las hojas dos y tres que fueron las que mostraron estadios perceptibles en el tiempo que se realizó la evaluación.

4.2.1.1. Área foliar afectada de la hoja 2

Para las evaluaciones realizadas en los primeros siete días los valores obtenidos por cada tratamientos fueron mínimos, existiendo diferencia estadística entre los tratamientos T1 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + agua y T4 Testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) versus T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite y T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua que obtuvieron bajos índices de infección, como se

puede apreciar en la tabla 8. El coeficiente de variación en el análisis de varianza fue de 29.45%.

Tabla 8. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 7 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia	
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.05	A	
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.04	A	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.02		B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.02		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 9 se presentan los datos obtenidos del área foliar afectada por *Myscophaerella fijiensis* en la hoja 2 a los 14 días en las plantas tratadas continuando con la misma significancia estadística de la evaluación anterior; no obstante hubo un incremento de la afectación en la hoja en todos los tratamientos, pero el incremento de la infección fue mayor en el testigo.

Tabla 9. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 14 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia	
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.16	A	
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.14	A	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.10		B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.10		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 10 se observan las medias del área foliar afectada en la hoja 2 a los 21 días, existiendo diferencia significativa, con un incremento de la afectación en la hoja mayor en el testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua); mientras que los tratamientos T2 y T3 fueron los que presentaron menor infección, no siendo significativamente diferentes . El coeficiente de variación en el análisis de varianza fue de 16.21%.

Tabla 10. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 21 días (%)

Tratamiento	**Media**	**Significancia**		
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	1.84	A		
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.59		B	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.34			C
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.41			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 11 se exponen los promedios del área foliar afectada en la hoja 2 a los 28 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite con 0.59; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 2.64. El coeficiente de variación fue de 8.61%.

Tabla 11. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 28 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia			
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	2.64	A			
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	1.69		B		
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	1.06			C	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.59				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 12 se presentan los promedios del área foliar afectada en la hoja 2 a los 35 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite con 1.19; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 3.64. El coeficiente de variación fue de 5.72%.

Tabla 12. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 35 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia			
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	3.64	A			
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	2.42		B		
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	1.74			C	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	1.19				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 13 se exponen los promedios del área foliar afectada en la hoja 2 a los 42 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + aceite con 2.09; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 4.59. El coeficiente de variación fue de 3.90%.

Tabla 13. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 42 días (%)

Tratamiento	**Media**	**Significancia**
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	4.59	A
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	3.67	B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	2.84	C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	2.09	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En tabla 14 se presentan los promedios del área foliar afectada en la hoja 2 a los 49 días, existiendo significancia estadística entre todos los tratamientos, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + aceite con 2.94; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 5.14. El coeficiente de variación fue de 3.21%.

Tabla 14. Área foliar afectada de la hoja 2 a los 49 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	5.14	A
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	4.27	B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	3.69	C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	2.94	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 15, se puede apreciar que existió alta significancia estadística (p>0.0001) en todas las épocas de evaluación (7-49 días) de los tratamientos con respecto al testigo, siendo mejor tratamiento el T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite.

La mayor tasa de incremento de la infección desde la primera evaluación a los siete días hasta el día 49, fue en el testigo con 5.14, mientras que el T2 fue de 2.94.

Tabla 15. Área foliar afectada – hoja 2 (%)

Tratamiento	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.05a	0.16a	1.84a	2.64a	3.64a	4.59a	5.14a
T1 St*reptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + agua	0.04a	0.14a	0.59b	1.69b	2.42b	3.67b	4.27b
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.02b	0.10b	0.41c	1.06c	1.74c	2.84c	3.69c
T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite	0.02b	0.10b	0.34c	0.5d	1.19d	2.09d	2.94d
C.V.	29.45	14.57	16.21	8.61	5.72	3.90	3.21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

4.2.1.2. Área foliar afectada de la hoja 3 (%)

Para las evaluaciones realizadas en los primeros siete días los valores obtenidos por cada tratamientos fueron mínimos, existiendo diferencia estadística entre los tratamientos, donde el T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite obtuvo el más bajo índice de infección con 0.01 y los tratamientos T3 y T4 fueron los más altos con 0.03, como se puede apreciar en la tabla 16. El coeficiente de variación en el análisis de varianza fue de 27.99%.

Tabla 16. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 7 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia		
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.03	A		
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.03	A	B	
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.02		B	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.01			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 17 se presentan los datos obtenidos del área foliar afectada por *Myscophaerella fijiensis* en la hoja 3 a los 14 días en las plantas tratadas, donde la mayor infección fue en el T2 y T3 tuvieron un menor área foliar afectada con 0.08. El coeficiente de variación en el análisis de varianza fue de 17.16%.

Tabla 17. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 14 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia	
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.14	A	
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.12	A	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.08		B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.08		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 18 se observan las medias del área foliar afectada en la hoja 3 a los 21 días, existiendo diferencia significativa, con un incremento mayor de la afectación en la hoja en el testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua); mientras que los tratamientos T2 y T3 fueron los que presentaron menor infección, no siendo significativamente diferentes . El coeficiente de variación en el análisis de varianza fue de 16.41%.

Tabla 18. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 21 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia		
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	1.83	A		
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	0.58		B	
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.40			C
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.33			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 19 se exponen los promedios del área foliar afectada en la hoja 3 a los 28 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite con 0.58; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 2.63. El coeficiente de variación fue de 8.66%.

Tabla 19. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 28 días (%)

Tratamiento	**Media**	**Significancia**
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	2.63	A
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	1.68	B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	1.05	C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	0.58	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 20 se presentan los promedios del área foliar afectada en la hoja 3 a los 35 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite con 1.16; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 3.51. El coeficiente de variación fue de 11.51%.

Tabla 20. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 35 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia		
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	3.51	A		
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	2.29		B	
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	1.71			C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	1.16			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 21 se exponen los promedios del área foliar afectada en la hoja 3 a los 42 días, existiendo significancia estadística, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite con 2.08; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 4.38. El coeficiente de variación fue de 11.93%.

Tabla 21. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 42 días (%)

Tratamiento	Media	Significancia		
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	4.38	A		
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	3.46		B	
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	2.83			C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	2.08			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 22 se presentan los promedios del área foliar afectada en la hoja 3 a los 49 días, existiendo significancia estadística entre todos los tratamientos, donde el menor porcentaje de afectación se presenta en el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + aceite con 2.93; y el de mayor infección fue el T4 testigo convencional (Fenpropimorp + aceite + agua) con 4.92. El coeficiente de variación fue de 9.02%.

Tabla 22. Área foliar afectada de la hoja 3 a los 49 días (%)

Tratamiento	**Media**	**Significancia**
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	4.92	A
T1 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + agua	4.05	B
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	3.50	C
T2 *Streptomyces hygroscopicus* +*Manganese ethylenebis* + aceite	2.93	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En la tabla 23, se puede apreciar que existió alta significancia estadística (p>0.0001) en todas las épocas de evaluación (7-49 días) de los tratamientos con respecto al testigo, siendo mejor tratamiento el T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite.

La mayor tasa de incremento de la infección desde la primera evaluación a los siete días hasta el día cuarenta y nueve, fue en el testigo con 4.89, mientras que el T2 fue de 2.92.

Tabla 23. Área foliar afectada – hoja 3 (%)

Tratamiento	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	0.03a	0.14a	1.83a	2.63a	3.51a	4.38a	4.92a
T1 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + agua	0.02b	0.12a	0.58b	1.68b	2.29b	3.46b	4.05b
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	0.03ab	0.08b	0.33c	1.05c	1.71c	2.83c	3.50c
T2 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + aceite	0.01c	0.08b	0.40c	0.58d	1.16d	2.08d	2.93d
C.V.	27.99	17.16	16.41	8.66	11.51	11.93	9.02

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

4.2.2 Residualidad del producto (%)

En la tabla 24, se presentan los promedios de la residualidad de los productos de la hoja uno, como respuesta a las aspersiones foliares de los fungicidas en el control de Sigatoka Negra durante el tiempo de evaluación comprendido entre siete y cuarenta y nueve días posteriores a la aplicación.

Tabla 24. Residualidad del producto – hoja 1 (%)

Tratamiento	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días
T1 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + agua	98.87a	98.76a	97.56a	97.36a	96.36a	95.36a	93.36a
T2 *Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis* + aceite	99.98a	99.30a	98.60a	98.60a	97.60a	96.60a	95.60a
T3 *Streptomyces hygroscopicus* + aceite + agua	99.19a	99.01a	98.32a	98.22a	98.12a	96.12a	95.12a
T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)	97.87a	97.97a	95.97a	94.57a	93.27a	90.27a	88.27a
C.V.	2.37	2.50	5.21	5.07	6.03	8.16	11.76

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)
Galarza, 2021

En esta tabla, se muestra que no existió significancia estadística entre los tratamientos durante la evaluación, demostrando que los fungicidas causan el mismo efecto sobre la residualidad en la hoja uno; no obstante el tratamiento T2

Streptomyces hygroscopicus + *Manganese ethylenebis* + aceite tuvo el mayor porcentaje de residualidad con 95.60, es decir que las plantas presentan el 4,40 % de afectación; mientras que el T4 (Fenpropimorp+ aceite + agua) obtuvo 88.27%, con un 11,73% de infección.

4.3 Análisis de costo

En la tabla once se despliegan los datos del análisis económico, donde el tratamiento T2 (*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite) presentó el mayor beneficio con USD$ 5.49, mientras que el tratamiento T4 (testigo convencional) presentó el menor beneficio con USD$ 3.41.

Tabla 25. Análisis de costo

Componentes	T1 Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis + agua	T2 Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis + aceite	T3 Streptomyces hygroscopicus + aceite + agua	T4 Testigo convencional (Fenpropimorp+ aceite + agua)
Ingresos				
Producción/Caja/año/ha	1892,5	2159,5	1925	1740,5
Precio/Caja $	6,16	6,16	6,16	6,16
Total Ingresos	**11657,80**	**13302,52**	**11858,00**	**10721,48**
Egresos				
Labores culturales	842,00	842,00	842,00	842,00
Fertilización	115,00	115,00	115,00	115,00
Riego	180,00	180,00	180,00	180,00
Control de plagas	396,00	396,00	396,00	396,00
Enfunde	318,00	318,00	318,00	318,00
Cosecha y embarque	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00
Total Egresos	**3651,00**	**3651,00**	**3651,00**	**3651,00**
Beneficio Total	8006,80	9651,52	8207,00	7070,48
Beneficio / costo	**2,19**	**2,64**	**2,25**	**1,94**

Se describe el análisis económico
Galarza, 2021

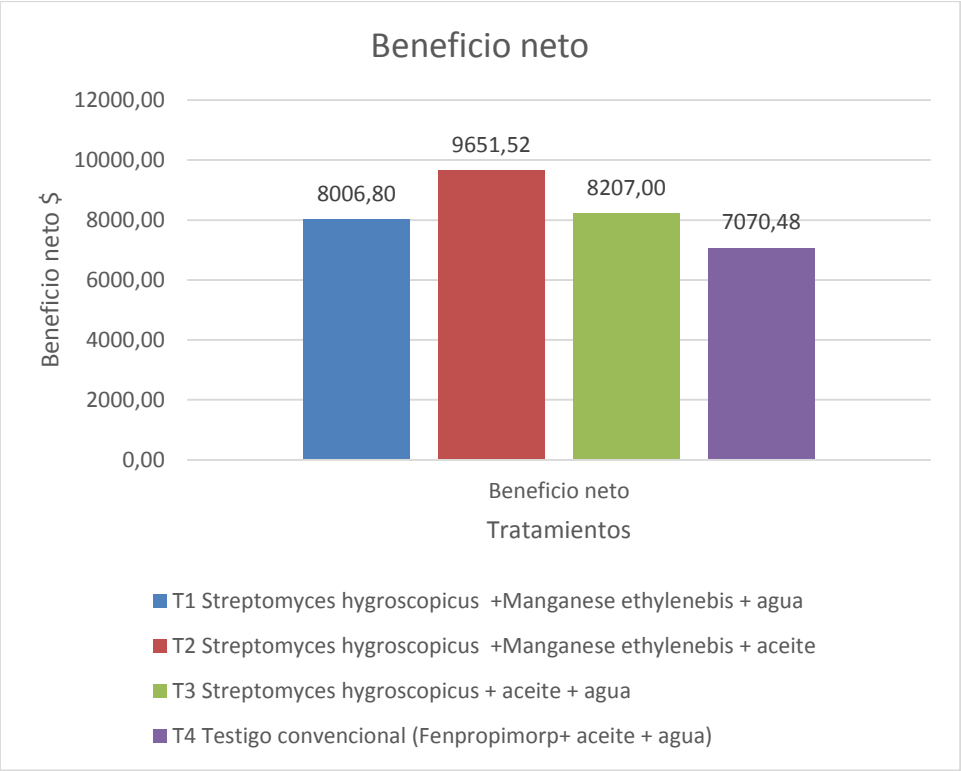


Figura 1. Beneficio neto
Galarza, 2021

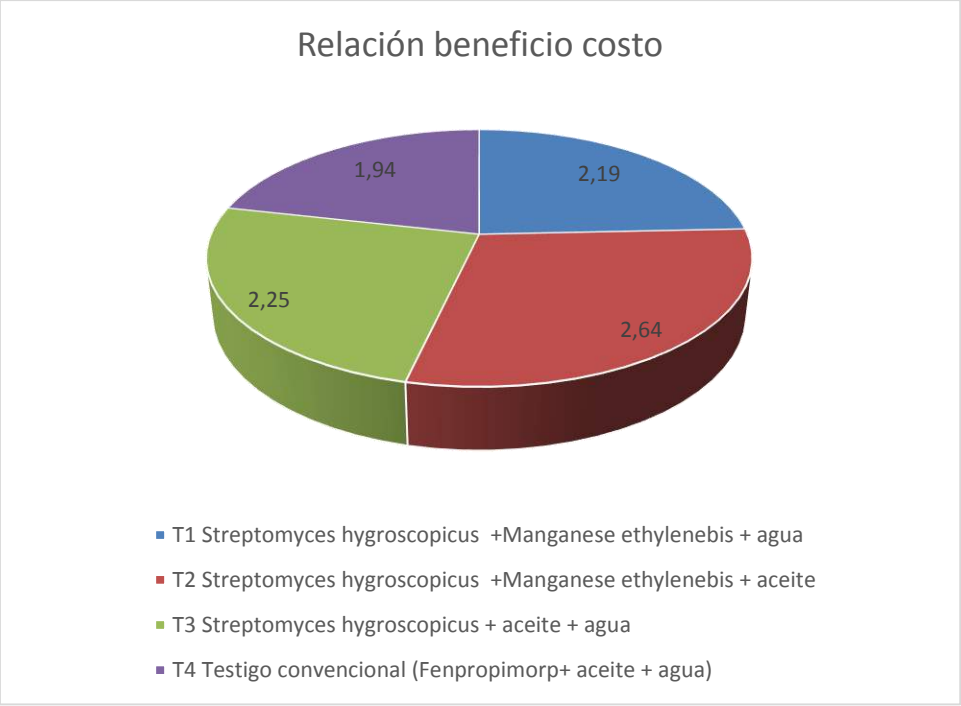


Figura 2. Relación beneficio / costo
Galarza, 2021

5. Discusión

Se realizó la evaluación de la efectividad de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con *Manganese ethylenebis* para reducir la incidencia de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) en Ventanas, provincia de Los Ríos, mediante cuatro tratamientos con 10 repeticiones con un diseño de bloques completos al azar, cuyos resultados se contienden en base a los objetivos planteados:

En la evaluación del ritmo de emisión foliar durante el periodo de estudio, en el cual el T2 obtuvo un mejor resultado con 1.27 cm; de acuerdo al análisis de varianza, el cuadrado medio para tratamientos tuvo significancia estadística, con un rango de variación de 0.17 entre el T2 (Streptomyces hygroscopicus + *Manganese ethylenebis* + aceite) y el T4 testigo convencional, lo que no concuerda con los resultados de la investigación de Bautista (2017) donde los fungicidas no presentaron ningún efecto en la emisión foliar; al igual que con Llarena (2013) quien manifiesta que los fungicidas no tienen influencia en la emisión foliar actuando únicamente sobre la enfermedad.

La mayor tasa de incremento de la infección en la hoja 2, desde la primera evaluación a los siete días hasta el día cuarenta y nueve, fue en el testigo con 5.14%, mientras que el T2 fue de 2.94%, al igual que en la hoja 3 donde el testigo obtuvo 4.89%, mientras que el T2 fue de 2.92%, lo que concuerda con Sabando (2015) quien menciona que los fungicidas logran menores AFA, así como con Bautista (2017) quien indica que Mancozeb (*Manganese ethylenebis)* presentó excelentes resultados en el control de sigatoka negra mostrando un bajo índice de infección en relación al testigo comercial.

En relación a la residualidad no existió significancia estadística entre los tratamientos, demostrando que los fungicidas evaluados causan el mismo efecto sobre la residualidad en la hoja uno; no obstante el tratamiento T2 *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite tuvo el mayor porcentaje de residualidad con 95.60%, mientras que el T4 (Fenpropimorp + aceite + agua) obtuvo 88,27%, concertando con lo manifestado por Santillán (2017) quien recomienda incluir en los programas de aplicación de fungicidas las moléculas de Mancozeb (*Manganese ethylenebis*); así como con Caicedo (2015) quien demuestra que los fungicidas tienen un excelente efecto en el control de la sigatoka negra.

Los resultados del análisis económico evidenciaron que el tratamiento T2 (*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite) presentó el mayor beneficio con USD$ 5.49, mientras que el tratamiento T4 (testigo convencional) presentó el menor beneficio con USD$ 3.41, conviniendo con Bautista (2017) quien considera que el control de Sigatoka negra con Mancozeb (*Manganese ethylenebis)* es efectiva, inclusive económicamente, reduciendo los costos de producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este proyecto experimental, se acepta la hipótesis ya que con uno de los tratamientos a base de *Streptomyces higroscopicus* en mezcla con el *Manganese ethylenebis*, se consiguió el mejor control de sigatoka negra (*Myscophaerella fijiensis*).

6. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se despliegan las siguientes conclusiones:

El tratamiento T2 con *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite mostró un mejor resultado en el comportamiento agronómico del banano, en relación al ritmo de emisión foliar hubo un rango de variación de 0,17 cm en comparación con el testigo convencional, además tuvo un incremento promedio de 13 cm en la longitud de las hojas dos y tres. En cuanto al diámetro del pseudotallo el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento T3 - Streptomyces hygroscopicus + aceite + agua con 40.20 cm teniendo un índice de variación con el testigo de 5.80 cm.

La eficacia del tratamiento T2 con *Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite produjo baja infestación de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano, presentando menor índice de severidad del hongo frente a los demás tratamientos. La residualidad de los fungicidas empleados en los tratamientos en las hojas de banano fue marcada por una fase de tiempo de 49 días de acción de los ingredientes activos para el control de esta enfermedad, manifestando una mayor protección de las hojas. Es importante mencionar la acción fungistática de los aceites esenciales que pueden indisponer los nutrientes necesarios para el desarrollo de los hongos e inclusive inhibirlos, en este caso la aplicación de 6 litros en el tratamiento de aceite favoreció en los resultados.

En cuanto al análisis económico el tratamiento T2 (*Streptomyces hygroscopicus* + *Manganese ethylenebis* + aceite) presentó el mayor beneficio con USD$ 5.49, mientras que el tratamiento T4 (testigo convencional) presentó el menor beneficio con USD$ 3.41.

7. Recomendaciones

En base a las conclusiones obtenidas en la evaluación de fungicidas en el control de sigatoka negra se recomienda lo siguiente:

Aplicar Streptomyces hygroscopicus +Manganese ethylenebis + aceite en dosis de 1.5 l + 1500 g + 80 cc + 6 l por aspersión, tomando en cuenta que las condiciones climáticas sean adecuados y que favorezcan al cultivo, permitiendo también la activación del mecanismo protector de la planta frente a la enfermedad.

Mantener los equipos en buenas condiciones y la calibración adecuada para garantizar que las fumigaciones para el control de la sigatoka negra se realicen con eficacia y con la cobertura requerida.

Realizar una planificación en base a las buenas prácticas agrícolas BPM, para un adecuado manejo del cultivo, así como el control de la sigatoka negra *Myscophaerella fijiensis*, y obtener una mayor productividad y rentabilidad.

8. Bibliografía

Aguilar, R. (2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el período 2008 - 2013. *Tesis de grado*, 3. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

Alcívar, B. (2014). *Evaluación varios fungicidas y un entomopátogeno para el control de sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en banano orgánico.* Machala: Universidad Técnica de Machala.

Álvarez, E. (2013). *La sigatoka negra en plátano y banano.* Cali - Palmira - Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Obtenido de Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Asamblea Nacional. (2011). Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. *Registro Oficial Suplemento 583*, 1-2. Quito, Ecuador. Obtenido de http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio

Baena, M. (2016). *Morfología de la planta del banano*. Obtenido de ProMusa: http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano

Bautista, L. (2017). Eficacia del fungicida (Mancozeb 800 g/kg WP) para el control de sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Mussa acuminata AAA - variedad Williams enano). *Tesis de grado*, 50. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Bermello, D. (2014). *Efecto del destore en el racimo de banano (Musa spp.), variedad Gran Williams y su incidencia en la producción.* Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Borja, J., Molina, N., Ramos, Y., y Urrutia, O. (2018). Generalidades del cultivo de plátano. *Tesis de pregrado*. Antioquía, Colombia: Universidad de Antioquia.

Borja, N. (2019). El deshoje fitosanitario como alternativa para reducir la incidencia y severidad de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en banano. *Tesis de grado*, 12-13. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.

Caicedo, E. (2015). *Fungicidas del grupo de las aminas para el control de la Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa AAA) Valencia Los Ríos. .* Quevedo: Universidad Estatal de Quevedo.

Calle, H. (2014). *La Sigatoka Negra en el Ecuador - Seminario internacional metodología para la evaluación de prueba de eficacia para plaguicidas en los principales cultivos del Ecuador*. Obtenido de http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014/12/PresentacionSigatokaH-Calle-JYangali.pdf

Castelán, F., y Abadie, C. (2013). Relation between the severity of Sigatoka disease and banana quality characterized by pomological traits and fruit green life. *Crop protection*, 61-65.

Castro, R. (2015). Efecto de cepa ecuatoriana de Trichoderma harzianum Rifai como antagonista de Mycosphaerella fijiensis Morelet en condiciones de casa de cultivo. *Revista de Protección Vegetal, 30*(2), 1.

Cavero, P. (2015). Biological control of banana black Sigatoka disease with Trichoderma. *Crop Protection, 45*(6), 951-957.

CIMMYT. (1988). *Manual metodológico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo.* México.

Climate Data.org. (2019). *Clima de Guayaquil*. Obtenido de https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/guayaquil-2962/

Cuéllar, A. (2011). Evaluación de Resistencia de Genotipos de Plátano y Banano. *Facultad Nacional de Medellin*, 1.

Cunniff, J. (2014). Lucha contra la enfermedad del banano. *Revista PLOS Genetics*.

Da Silva, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 1.

Friesen, T. (2016). Combatiendo el complejo de enfermedades de sigatoka en banano. *Revista PLOS genetics*, Vol. 12 (4) pp 1-4.

Fuentes, B., y Vergara, J. (2018). Evaluación del clon de banano Banasoma a la infección de sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en comparación con el clon Williams en la zona de Vinces. *Tesis de grado*, 6. Vinces, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

Galán, V., Rangel, A., López, J., Pérez, J., Sandoval, J., y Sonza, H. (2018). Propagación del banano: Técnicas tradicionales, medidas tecnológicas e innovación. *Revista brasileira de Fruticultura, 40*(4), 1-22.

Garrido, E., Hernández, E., y Noriega, D. (2011). Manual de producción de banano para la región del Soconusco. Estrategias para el Manejo de la Sigatoka Negra. *Folleto para productores(10)*. Ucozocoautla, México: Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias.

Gómez, M. (2017). Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas. *Tesis de grado*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.

González, C. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de platano (Mussa app) - Medidas para la temporada temporal.* Bogota, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Guzmán, M. (2012). *Congreso Brasileiro de fitopatología.* Manaus - Brasil: Coorporación Bananera Nacional (CORBANA S.A).

Hernández, J., y Mendoza, S. (2012). Evaluación de poblaciones de fitonemátodos, nemátodos de vida libre en cultivo de banano asociado con café y árboles en 7 fincas del municipio de San Ramón Departamento de Matagalpa Nicaragua Septiembre-Diciembre 2012. *Tesis de pregrado*. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autonóma de Nicaragua - León.

Infante, C. (2017). *Efecto de la aplicación de fungicidas sistémicos y protectantes en el control de sigatoka negra en cuatro fincas bananeras.* Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

Infoagro. (2015). *El cultivo del plátano (banano)*. Obtenido de Infoagro: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp

Infoagro. (S.f.). *El cultivo del platano - 1º parte*. Obtenido de Importancia económica y distribución geográfica: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2014). *Banano*. Obtenido de INIAP: http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mmusa/rbanano

Llarena, J. (2013). Efecto del uso del fungicida Tridemorph como alternativa en el control de sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en el cultivo de babano, San Marco. *Tesis de grado*. Coatepeque, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Marketing ARM Internacional . (2017). *Xenic.* Florida - USA: Environmentally Friendly Products.

Marketing ARM Internacional. (2015). *Mai-5 SL.* Ecuador: Environ Mentally Friendly Products .

Maura, L. (2007). *Manejo alternativo de Sigatoka negra, utlizando biofertilizantes, en plantaciones comerciales de banano Cavendish, variedad Williams, cantón Taura. Tesis.* Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Méndez, C., y Rodríguez, M. (2016). *Deshije de la platanera.* Tenerife, España: Cabildo de Tenerife.

Muñoz, F. (2015). *"Fungicidas del grupo de las aminas para el control de la Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) en el cultivo de banano (Musa AAA), Valencia – Los Rios".* Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo .

Murillo, J. (2015). Efecto de la sensibilidad de Mycosphaerella fijiensis sobre la eficacia biológica de fungicidas sistémicos utilizados contra la sigatoka negra. *Tesis de grado*. San Carlos, Costa Rica: Instituto tecnológico de Costa Rica Sede regional San Carlos.

Ochoa, A., y Gómez, P. (2014). Estacionalidad en el transporte potencial de inóculo de sigatoka negra por el iviento en Urabá. *Congreso colombiano de horticultura*, (págs. 1-3). Colombia.

Ochoa, C. (2019). Determinación del costo de producción de la fruta de una caja de banano convencional hacienda ´´Santa Teresita´´ Balao. *Tesis de pregrado*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

Ordoñez, J. (2017). Efecto del control de sigatoka negra, con un fungicida protectante aplicado bajo simulación de lluvia en una plantilla de banano. *Tesis de grado*, 20-21. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2016). *Manejo de sigatoka negra (Mycosphaerella fijeensis morelet) en plantaciones de plátano y banano*. Obtenido de http://teca.fao.org/es/read/8306

Orozco, M. (2008). *Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos* (Vol. 23). (F. Laranjeira, Ed.) Colima, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP.

Pacheco, R. (2014). *Identificación de genes expresados en plantas de banano: Efecto de inoculación con Mycosphaerella fijiensis Morelet.* Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

Pico, J. (2004). *Manejo de los principales prblemas fitosanitarios en el cultivo de plátano. Tesis.* Manabí: Universidad Técnica de Manabí.

Pino, P. (2013). Evaluación del proceso de liofilización en banana (musa x paradisíaca) como tecnología de transformación alimentaria. *Tesis de postgrado*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Buenos Aires.

Quimí, V. (2013). *Primer seminario internacional "Utilización racional del Mancozeb en la agricultura".* Obtenido de Agrocalidad: http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/victor_hugo_quimi_-_importancia_del_mancozeb_en_la_agricultura.pdf

Quintero, I., y Carbono, E. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 9*(2), 329-340.

Saavedra, B. (2017). Efectos de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en plantas de banano (Musa x paradisiaca l.) subgrupo cavendish. *Tesis de pregrado*. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.

Saavedra, C. (2012). *Identificación de genes candidatos de resistencia a sigatoka negra en variedades de banano y plátano.* Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

Sabando, E. (2015). *Fungicidas del grupo de triazoles para el control de sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) en plántulas de banano (Musa paradisiaca).* Quevedo: Universida Estatal de Quevedo.

Santillán, D. (2017). Determinación de ingredientes activos utilizados en la preparación de cocteles para el control de Sigatoka negra (Myscophaerella fijiensis Morelet) en banano. *Tesis de grado*, 75. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.

Silva, A. (2016). *Proyecto de inversión para una productora y comercializadora de harina de banano.* Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil.

Silva, J. (2018). *Cultivo de Banano*. Obtenido de Agrotendencia : https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-banano/

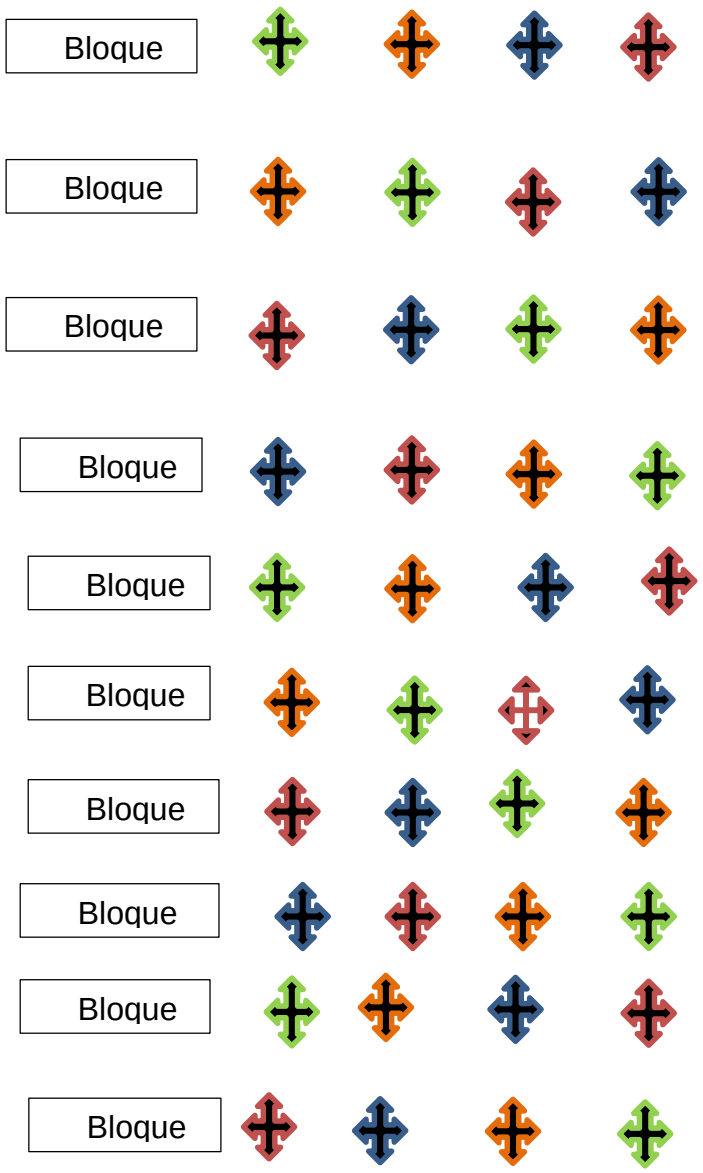
Soto, M. (2016). Manejo postcosecha y comercialización. En *Bananos* (págs. 250-320). Costa Rica: Editorial Tecnologico de Costa Rica. Obtenido de Bananos III: manejo poscosecha y comercialización.

Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira.* Piura, Perú: Hidalgo impresores E.I.R.L.

Vargas, A., Acuña, P., y Valle, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana, 26*(1), 8-16.

Vizcaino, D., Betancourt, R., y Andrade, E. (2014). *Guía de buenas prácticas agrícolas para el banano. Inocuidad de los alimentos.* Quito, Ecuador: Agrocalidad.

9. Anexos



Distancia entre plantas	2,5 m
Longitud de la parcela	10,50m
Ancho de la parcela	11 m
Unidad de muestreo	1 Planta
Número de plantas	40
Área total del ensayó	720 m^2
T-1	
T-2	
T-3	
T-4	

Figura 3. Croquis del proyecto
Galarza, 2021

Figura 4. Método de Stover modificado por Ghaul
(Ordoñez, 2017)

Figura 5. Escala de Brun para medir ritmo de emisión foliar.
Murillo (2015)

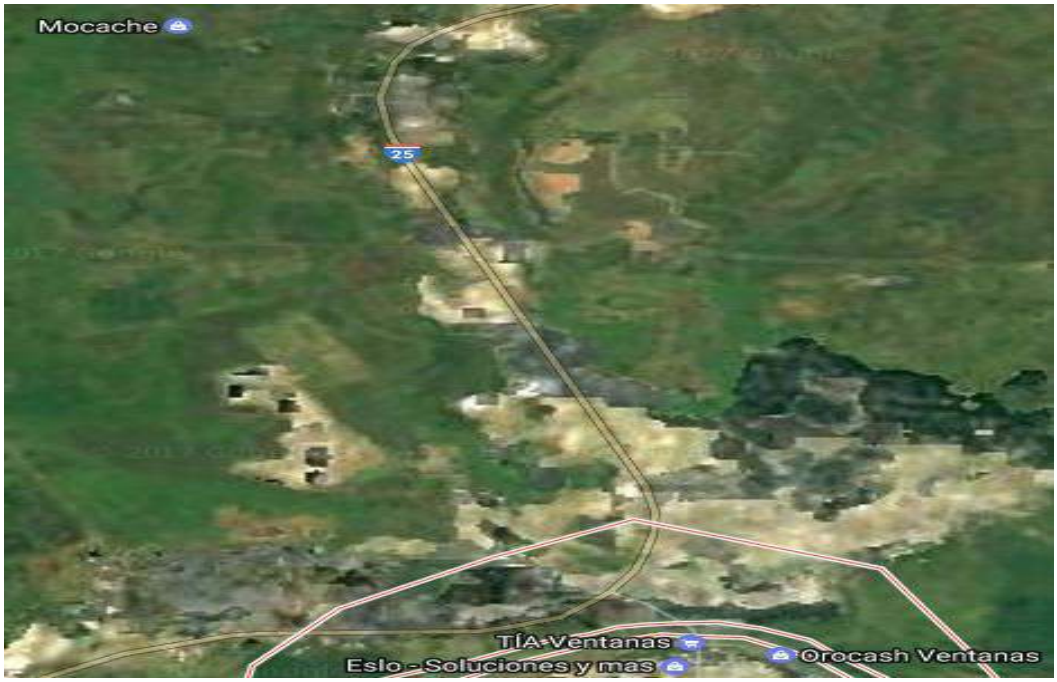


Figura 6. Ubicación geográfica del ensayo experimental
Google Earth, 2021

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Ritmo de emisión foliar	40	0,43	0,17	10,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,34	12	0,03	1,67	0,1311
Tratamiento	0,19	3	0,06	3,65	0,0249
Bloque	0,16	9	0,02	1,01	0,4589
Error	0,46	27	0,02		
Total	0,81	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16038

Error: 0,0172 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2 Streptomyces hygroscopi..	1,27	10	0,04	A	
T3 Streptomyces hygroscopi..	1,26	10	0,04	A	B
T1 Streptomyces hygroscopi..	1,17	10	0,04	A	B
T4 Testigo convencional (F..	1,10	10	0,04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31874

Error: 0,0172 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
5,00	1,31	4	0,07	A
1,00	1,25	4	0,07	A
10,00	1,23	4	0,07	A
7,00	1,23	4	0,07	A
4,00	1,21	4	0,07	A
2,00	1,21	4	0,07	A
8,00	1,20	4	0,07	A
6,00	1,14	4	0,07	A
9,00	1,13	4	0,07	A
3,00	1,09	4	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 7. Análisis andeva ritmo de emisión foliar
Galarza, 2021

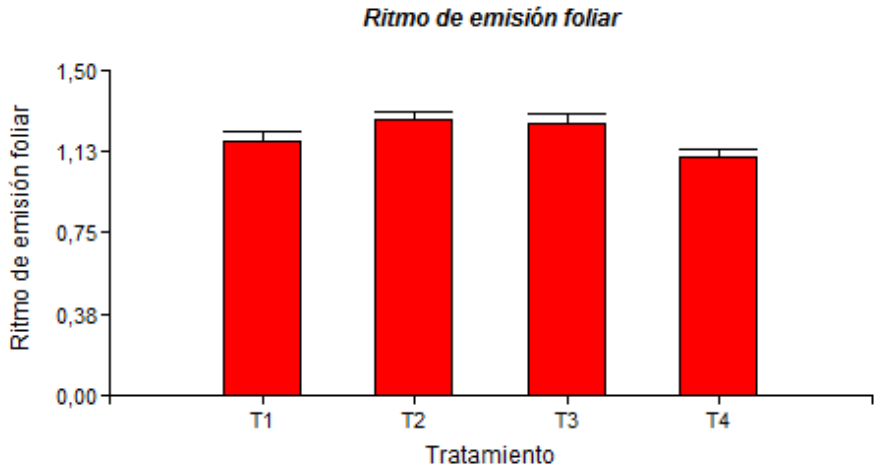


Figura 8. Ritmo de emisión foliar
Galarza, 2021

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Diámetro del pseudotallo	40	0,50	0,28	12,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	598,70	12	49,89	2,25	0,0395
Tratamiento	246,80	3	82,27	3,70	0,0236
Bloque	351,90	9	39,10	1,76	0,1233
Error	599,70	27	22,21		
Total	1198,40	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,76774

Error: 22,2111 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3 Streptomyces hygroscopi..	40,20	10	1,49	A	
T2 Streptomyces hygroscopi..	40,00	10	1,49	A	B
T1 Streptomyces hygroscopi..	36,20	10	1,49	A	B
T4 Testigo convencional (F..	34,40	10	1,49		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,46275

Error: 22,2111 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
5,00	44,00	4	2,36	A
10,00	40,50	4	2,36	A
7,00	39,75	4	2,36	A
3,00	38,75	4	2,36	A
4,00	37,75	4	2,36	A
6,00	36,50	4	2,36	A
1,00	36,25	4	2,36	A
2,00	35,00	4	2,36	A
9,00	34,75	4	2,36	A
8,00	33,75	4	2,36	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 9. Análisis andeva diámetro de pseudotallo
Galarza, 2021

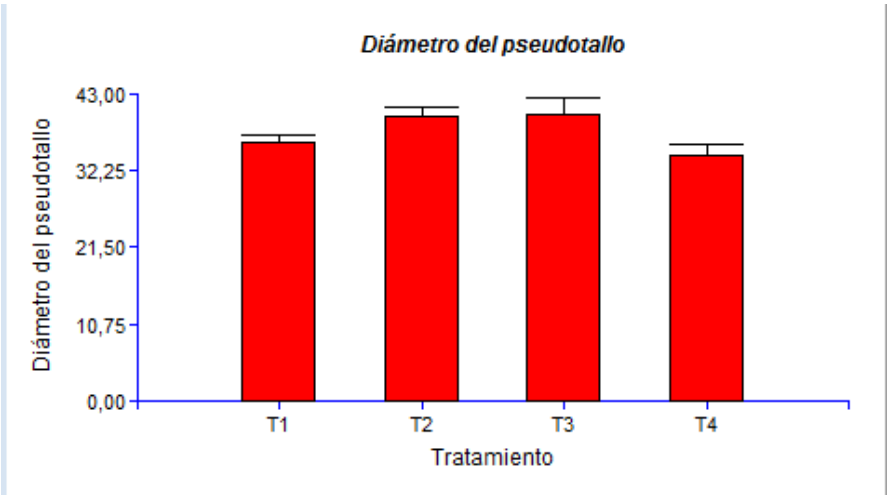


Figura 10. Diámetro de pseudotallo
Galarza, 2021

Longitud inicial

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Longitud inicial	40	0,59	0,41	2,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	493,77	12	41,15	3,22	0,0057
Tratamiento	447,27	3	149,09	11,65	<0,0001
Bloque	46,50	9	5,17	0,40	0,9220
Error	345,40	27	12,79		
Total	839,17	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,37726

Error: 12,7928 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2 Streptomyces hygroscopi..	125,28	10	1,13	A	
T1 Streptomyces hygroscopi..	122,93	10	1,13	A	B
T3 Streptomyces hygroscopi..	120,78	10	1,13		B
T4 Testigo convencional (F..	116,21	10	1,13		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,69933

Error: 12,7928 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
9,00	123,76	4	1,79	A
3,00	122,26	4	1,79	A
4,00	121,63	4	1,79	A
10,00	121,32	4	1,79	A
7,00	121,26	4	1,79	A
1,00	121,13	4	1,79	A
6,00	120,94	4	1,79	A
2,00	120,82	4	1,79	A
5,00	120,44	4	1,79	A
8,00	119,44	4	1,79	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 11. Análisis andeva longitud inicial de las hojas 2 y 3
Galarza, 2021

Longitud final

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Longitud final	40	0,55	0,34	2,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	415,64	12	34,64	2,71	0,0154
Tratamiento	369,14	3	123,05	9,62	0,0002
Bloque	46,50	9	5,17	0,40	0,9220
Error	345,40	27	12,79		
Total	761,05	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,37726

Error: 12,7928 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	137,53	10	1,13	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	136,03	10	1,13	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	134,18	10	1,13	A
T4 Testigo convencional (F..	129,46	10	1,13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,69933

Error: 12,7928 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
9,00	136,76	4	1,79	A
3,00	135,26	4	1,79	A
4,00	134,63	4	1,79	A
10,00	134,32	4	1,79	A
7,00	134,26	4	1,79	A
1,00	134,13	4	1,79	A
6,00	133,94	4	1,79	A
2,00	133,82	4	1,79	A
5,00	133,44	4	1,79	A
8,00	132,44	4	1,79	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 12. Análisis andeva longitud final de las hojas 2 y 3
Galarza, 2021

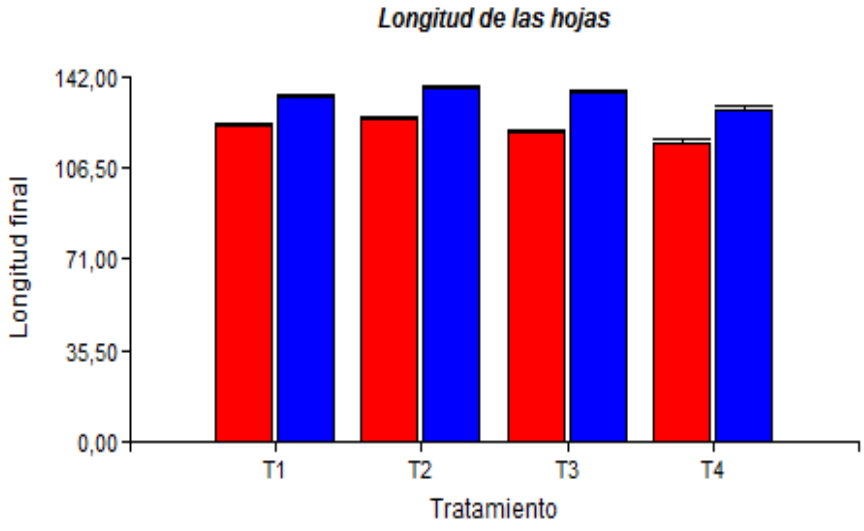


Figura 13. Longitud de las hojas 2 y 3
Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
7 dias	40	0,79	0,70	29,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	12	7,1E-04	8,51	<0,0001
Tratamiento	0,01	3	2,6E-03	31,60	<0,0001
Bloque	6,1E-04	9	6,8E-05	0,81	0,6086
Error	2,3E-03	27	8,3E-05		
Total	0,01	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01117

Error: 0,0001 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4 Testigo convencional (F..	0,05	10	2,9E-03	A	
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,04	10	2,9E-03	A	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,02	10	2,9E-03		B
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,02	10	2,9E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02220

Error: 0,0001 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	0,04	4	4,6E-03	A
5,00	0,04	4	4,6E-03	A
9,00	0,04	4	4,6E-03	A
7,00	0,03	4	4,6E-03	A
4,00	0,03	4	4,6E-03	A
2,00	0,03	4	4,6E-03	A
8,00	0,03	4	4,6E-03	A
6,00	0,03	4	4,6E-03	A
10,00	0,03	4	4,6E-03	A
1,00	0,03	4	4,6E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 14. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 7 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
14 días	40	0,79	0,70	14,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	12	2,6E-03	8,41	<0,0001
Tratamiento	0,03	3	0,01	29,07	<0,0001
Bloque	4,3E-03	9	4,7E-04	1,53	0,1890
Error	0,01	27	3,1E-04		
Total	0,04	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02158

Error: 0,0003 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4 Testigo convencional (F..	0,16	10	0,01	A	
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,14	10	0,01	A	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,10	10	0,01		B
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,10	10	0,01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04289

Error: 0,0003 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	0,15	4	0,01	A
5,00	0,13	4	0,01	A
7,00	0,12	4	0,01	A
4,00	0,12	4	0,01	A
9,00	0,12	4	0,01	A
8,00	0,12	4	0,01	A
2,00	0,12	4	0,01	A
1,00	0,12	4	0,01	A
6,00	0,12	4	0,01	A
10,00	0,12	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 15. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 14 días Galarza, 2021

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
21 días	40	0,97	0,96	16,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,01	12	1,25	75,83	<0,0001
Tratamiento	14,86	3	4,95	300,16	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	15,46	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	1,84	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,59	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,41	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,34	10	0,04			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	0,88	4	0,06	A
6,00	0,85	4	0,06	A
8,00	0,85	4	0,06	A
1,00	0,85	4	0,06	A
10,00	0,85	4	0,06	A
5,00	0,78	4	0,06	A
9,00	0,72	4	0,06	A
4,00	0,72	4	0,06	A
7,00	0,72	4	0,06	A
2,00	0,72	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 16. Análisis andeva longitud final de las hojas 2 y 3 a los 21 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
28 días	40	0,98	0,97	8,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,70	12	1,98	119,73	<0,0001
Tratamiento	23,55	3	7,85	475,80	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	24,15	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	2,64	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	1,69	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	1,06	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,59	10	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	1,58	4	0,06	A
6,00	1,55	4	0,06	A
8,00	1,55	4	0,06	A
1,00	1,55	4	0,06	A
10,00	1,55	4	0,06	A
5,00	1,48	4	0,06	A
9,00	1,42	4	0,06	A
4,00	1,42	4	0,06	A
7,00	1,42	4	0,06	A
2,00	1,42	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 17. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 28 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
35 días	40	0,99	0,98	5,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33,57	12	2,80	169,57	<0,0001
Tratamiento	33,42	3	11,14	675,14	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	34,02	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	3,64	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	2,42	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	1,74	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	1,19	10	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	2,33	4	0,06	A
6,00	2,30	4	0,06	A
8,00	2,30	4	0,06	A
1,00	2,30	4	0,06	A
10,00	2,30	4	0,06	A
5,00	2,23	4	0,06	A
9,00	2,18	4	0,06	A
4,00	2,18	4	0,06	A
7,00	2,18	4	0,06	A
2,00	2,17	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 18. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 35 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
42 días	40	0,99	0,98	3,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34,90	12	2,91	176,29	<0,0001
Tratamiento	34,75	3	11,58	702,03	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	35,35	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	4,59	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	3,67	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	2,84	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	2,09	10	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	3,38	4	0,06	A
6,00	3,35	4	0,06	A
8,00	3,35	4	0,06	A
1,00	3,35	4	0,06	A
10,00	3,35	4	0,06	A
5,00	3,28	4	0,06	A
9,00	3,23	4	0,06	A
4,00	3,23	4	0,06	A
7,00	3,23	4	0,06	A
2,00	3,22	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 19. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 42 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
49 días	40	0,98	0,98	3,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26,05	12	2,17	131,61	<0,0001
Tratamiento	25,90	3	8,63	523,28	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	26,50	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	5,14	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	4,27	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	3,69	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	2,94	10	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	4,10	4	0,06	A
6,00	4,06	4	0,06	A
8,00	4,06	4	0,06	A
1,00	4,06	4	0,06	A
10,00	4,06	4	0,06	A
5,00	3,99	4	0,06	A
9,00	3,94	4	0,06	A
4,00	3,94	4	0,06	A
7,00	3,94	4	0,06	A
2,00	3,94	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 20. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 2 a los 49 días
Galarza, 2021

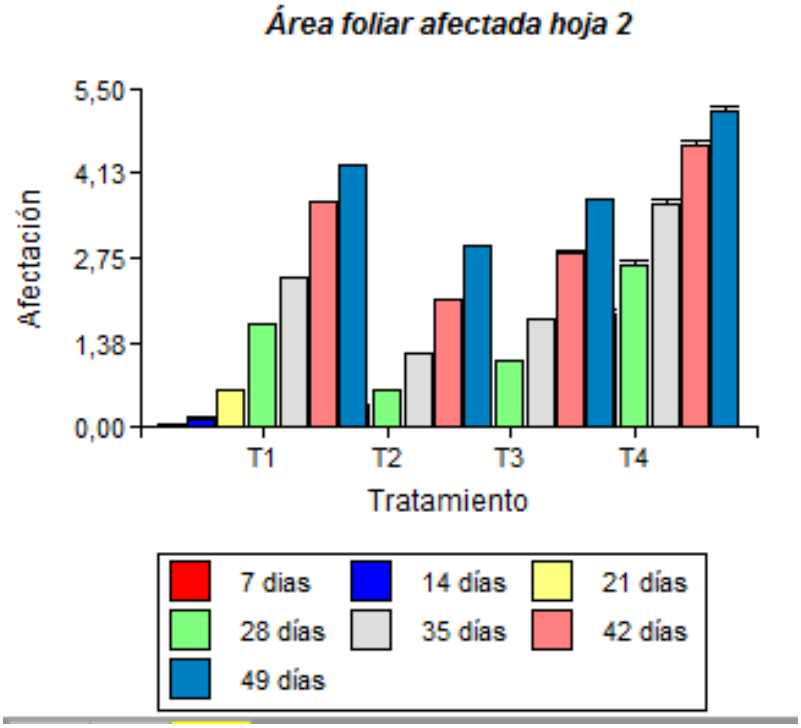


Figura 21. Área foliar afectada de la hoja 2
Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
7 dias	40	0,64	0,48	27,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,9E-03	12	1,5E-04	3,97	0,0014
Tratamiento	1,7E-03	3	5,8E-04	14,84	<0,0001
Bloque	1,2E-04	9	1,4E-05	0,35	0,9484
Error	1,0E-03	27	3,9E-05		
Total	2,9E-03	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00762

Error: 0,0000 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4 Testigo convencional (F..	0,03	10	2,0E-03	A	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,03	10	2,0E-03	A	B
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,02	10	2,0E-03		B
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,01	10	2,0E-03		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01515

Error: 0,0000 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
9,00	0,03	4	3,1E-03	A
10,00	0,03	4	3,1E-03	A
5,00	0,02	4	3,1E-03	A
6,00	0,02	4	3,1E-03	A
2,00	0,02	4	3,1E-03	A
3,00	0,02	4	3,1E-03	A
4,00	0,02	4	3,1E-03	A
1,00	0,02	4	3,1E-03	A
8,00	0,02	4	3,1E-03	A
7,00	0,02	4	3,1E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 22. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 7 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
14 días	40	0,79	0,70	17,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	12	2,6E-03	8,41	<0,0001
Tratamiento	0,03	3	0,01	29,07	<0,0001
Bloque	4,3E-03	9	4,7E-04	1,53	0,1890
Error	0,01	27	3,1E-04		
Total	0,04	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02158

Error: 0,0003 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4 Testigo convencional (F..	0,14	10	0,01	A	
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,12	10	0,01	A	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,08	10	0,01		B
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,08	10	0,01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04289

Error: 0,0003 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	0,13	4	0,01	A
5,00	0,11	4	0,01	A
7,00	0,10	4	0,01	A
9,00	0,10	4	0,01	A
4,00	0,10	4	0,01	A
10,00	0,10	4	0,01	A
8,00	0,10	4	0,01	A
2,00	0,10	4	0,01	A
1,00	0,10	4	0,01	A
6,00	0,10	4	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 23. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 14 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
21 días	40	0,97	0,96	16,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,01	12	1,25	75,83	<0,0001
Tratamiento	14,86	3	4,95	300,16	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	15,46	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	1,83	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	0,58	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	0,40	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,33	10	0,04			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	0,87	4	0,06	A
6,00	0,84	4	0,06	A
8,00	0,84	4	0,06	A
1,00	0,84	4	0,06	A
10,00	0,84	4	0,06	A
5,00	0,77	4	0,06	A
9,00	0,71	4	0,06	A
4,00	0,71	4	0,06	A
7,00	0,71	4	0,06	A
2,00	0,71	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 24. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 21 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
28 días	40	0,98	0,97	8,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,70	12	1,98	119,73	<0,0001
Tratamiento	23,55	3	7,85	475,80	<0,0001
Bloque	0,16	9	0,02	1,05	0,4306
Error	0,45	27	0,02		
Total	24,15	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15719

Error: 0,0165 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	2,63	10	0,04	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	1,68	10	0,04		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	1,05	10	0,04			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	0,58	10	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31241

Error: 0,0165 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	1,57	4	0,06	A
6,00	1,54	4	0,06	A
8,00	1,54	4	0,06	A
1,00	1,54	4	0,06	A
10,00	1,54	4	0,06	A
5,00	1,47	4	0,06	A
9,00	1,41	4	0,06	A
4,00	1,41	4	0,06	A
7,00	1,41	4	0,06	A
2,00	1,41	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 25. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 28 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
35 días	40	0,95	0,93	11,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30,66	12	2,56	41,18	<0,0001
Tratamiento	30,39	3	10,13	163,22	<0,0001
Bloque	0,28	9	0,03	0,49	0,8661
Error	1,68	27	0,06		
Total	32,34	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30486

Error: 0,0621 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	3,51	10	0,08	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	2,29	10	0,08		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	1,71	10	0,08			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	1,16	10	0,08			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60588

Error: 0,0621 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
6,00	2,27	4	0,12	A
10,00	2,27	4	0,12	A
1,00	2,27	4	0,12	A
5,00	2,20	4	0,12	A
9,00	2,15	4	0,12	A
7,00	2,15	4	0,12	A
4,00	2,15	4	0,12	A
2,00	2,14	4	0,12	A
3,00	2,05	4	0,12	A
8,00	2,02	4	0,12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 26. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 35 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
42 días	40	0,88	0,83	11,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29,49	12	2,46	17,03	<0,0001
Tratamiento	28,49	3	9,50	65,82	<0,0001
Bloque	1,01	9	0,11	0,77	0,6409
Error	3,90	27	0,14		
Total	33,39	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46485

Error: 0,1443 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	4,38	10	0,12	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	3,46	10	0,12		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	2,83	10	0,12			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	2,08	10	0,12			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,92385

Error: 0,1443 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
6,00	3,34	4	0,19	A
8,00	3,34	4	0,19	A
10,00	3,34	4	0,19	A
1,00	3,34	4	0,19	A
5,00	3,27	4	0,19	A
4,00	3,22	4	0,19	A
3,00	3,12	4	0,19	A
9,00	2,97	4	0,19	A
7,00	2,97	4	0,19	A
2,00	2,96	4	0,19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 27. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 42 días Galarza, 2021

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
49 días	40	0,87	0,82	9,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22,59	12	1,88	15,62	<0,0001
Tratamiento	21,58	3	7,19	59,69	<0,0001
Bloque	1,02	9	0,11	0,94	0,5111
Error	3,25	27	0,12		
Total	25,85	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42486

Error: 0,1205 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4 Testigo convencional (F..	4,92	10	0,11	A		
T1 Streptomyces hygroscopi..	4,05	10	0,11		B	
T3 Streptomyces hygroscopi..	3,50	10	0,11			C
T2 Streptomyces hygroscopi..	2,93	10	0,11			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84436

Error: 0,1205 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	4,05	4	0,17	A
6,00	4,01	4	0,17	A
10,00	4,01	4	0,17	A
5,00	3,94	4	0,17	A
9,00	3,89	4	0,17	A
8,00	3,86	4	0,17	A
7,00	3,77	4	0,17	A
2,00	3,74	4	0,17	A
1,00	3,70	4	0,17	A
4,00	3,52	4	0,17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 28. Análisis andeva área foliar afectada de la hoja 3 a los 49 días
Galarza, 2021

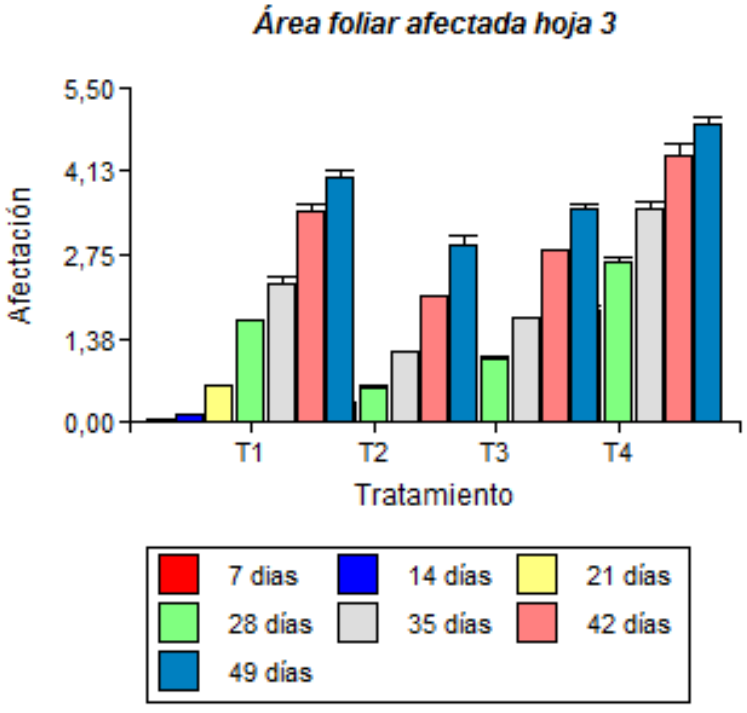


Figura 29. Área foliar afectada de la hoja 3
Galarza, 2021

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 7 dias	40	0,28	0,00	2,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	57,60	12	4,80	0,87	0,5841
Tratamiento	23,03	3	7,68	1,39	0,2664
Bloque	34,56	9	3,84	0,70	0,7061
Error	148,84	27	5,51		
Total	206,43	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,87341

Error: 5,5126 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	99,98	10	0,74	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	99,19	10	0,74	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	98,87	10	0,74	A
T4 Testigo convencional (F..	97,87	10	0,74	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,71058

Error: 5,5126 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	99,97	4	1,17	A
9,00	99,97	4	1,17	A
5,00	99,97	4	1,17	A
8,00	99,24	4	1,17	A
6,00	99,23	4	1,17	A
1,00	98,98	4	1,17	A
7,00	98,97	4	1,17	A
3,00	98,72	4	1,17	A
10,00	97,75	4	1,17	A
4,00	96,98	4	1,17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 30. Análisis andeva residualidad a los 7 días Galarza, 2021

Residualidad 14 días

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 14 días	40	0,32	0,01	2,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	76,60	12	6,38	1,05	0,4395
Tratamiento	9,79	3	3,26	0,53	0,6628
Bloque	66,81	9	7,42	1,22	0,3264
Error	164,92	27	6,11		
Total	241,52	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,02465

Error: 6,1081 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	99,30	10	0,78	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	99,01	10	0,78	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	98,76	10	0,78	A
T4 Testigo convencional (F..	97,97	10	0,78	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,01116

Error: 6,1081 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	1,24	A
2,00	99,88	4	1,24	A
7,00	99,88	4	1,24	A
3,00	99,85	4	1,24	A
9,00	99,42	4	1,24	A
6,00	98,92	4	1,24	A
10,00	98,88	4	1,24	A
5,00	97,87	4	1,24	A
4,00	96,88	4	1,24	A
1,00	96,13	4	1,24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 31. Análisis andeva residualidad a los 14 días Galarza, 2021

Residualidad 21 días

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 21 días	40	0,31	2,5E-03	5,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	312,93	12	26,08	1,01	0,4683
Tratamiento	41,76	3	13,92	0,54	0,6603
Bloque	271,18	9	30,13	1,16	0,3555
Error	698,49	27	25,87		
Total	1011,42	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,22472

Error: 25,8701 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	98,60	10	1,61	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	98,32	10	1,61	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	97,56	10	1,61	A
T4 Testigo convencional (F..	95,97	10	1,61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,37095

Error: 25,8701 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	2,54	A
2,00	99,88	4	2,54	A
9,00	99,42	4	2,54	A
6,00	98,92	4	2,54	A
10,00	98,88	4	2,54	A
3,00	98,10	4	2,54	A
5,00	97,87	4	2,54	A
4,00	96,88	4	2,54	A
7,00	95,38	4	2,54	A
1,00	90,91	4	2,54	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 32. Análisis andeva residualidad a los 21 días
Galarza, 2021

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 28 días	40	0,42	0,16	5,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	474,16	12	39,51	1,63	0,1418
Tratamiento	99,41	3	33,14	1,37	0,2741
Bloque	374,75	9	41,64	1,72	0,1335
Error	654,66	27	24,25		
Total	1128,82	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,02623

Error: 24,2466 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	98,60	10	1,56	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	98,22	10	1,56	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	97,36	10	1,56	A
T4 Testigo convencional (F..	94,57	10	1,56	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,97647

Error: 24,2466 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	2,46	A
2,00	99,88	4	2,46	A
9,00	99,42	4	2,46	A
6,00	98,92	4	2,46	A
10,00	98,88	4	2,46	A
3,00	97,85	4	2,46	A
5,00	97,37	4	2,46	A
4,00	96,88	4	2,46	A
7,00	91,88	4	2,46	A
1,00	90,91	4	2,46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 33. Análisis andeva residualidad a los 28 días
Galarza, 2021

Residualidad 35 días

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 35 días	40	0,46	0,22	6,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	770,99	12	64,25	1,91	0,0802
Tratamiento	141,77	3	47,26	1,40	0,2639
Bloque	629,23	9	69,91	2,07	0,0692
Error	910,47	27	33,72		
Total	1681,47	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,10677

Error: 33,7212 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 Streptomyces hygroscopi..	98,12	10	1,84	A
T2 Streptomyces hygroscopi..	97,60	10	1,84	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	96,36	10	1,84	A
T4 Testigo convencional (F..	93,27	10	1,84	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,12392

Error: 33,7212 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	2,90	A
2,00	99,88	4	2,90	A
9,00	99,42	4	2,90	A
6,00	98,92	4	2,90	A
10,00	98,88	4	2,90	A
3,00	97,85	4	2,90	A
5,00	97,12	4	2,90	A
4,00	91,88	4	2,90	A
1,00	90,16	4	2,90	A
7,00	89,38	4	2,90	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 34. Análisis andeva residualidad a los 35 días
Galarza, 2021

Residualidad 42 días

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 42 días	40	0,46	0,22	8,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1357,71	12	113,14	1,90	0,0809
Tratamiento	256,33	3	85,44	1,44	0,2542
Bloque	1101,39	9	122,38	2,06	0,0715
Error	1606,91	27	59,52		
Total	2964,63	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,44137

Error: 59,5153 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	96,60	10	2,44	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	96,12	10	2,44	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	95,36	10	2,44	A
T4 Testigo convencional (F..	90,27	10	2,44	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,76367

Error: 59,5153 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	3,86	A
2,00	99,88	4	3,86	A
9,00	99,42	4	3,86	A
6,00	98,92	4	3,86	A
3,00	97,85	4	3,86	A
10,00	96,38	4	3,86	A
1,00	90,16	4	3,86	A
5,00	89,62	4	3,86	A
7,00	86,88	4	3,86	A
4,00	86,88	4	3,86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 35. Análisis andeva residualidad a los 42 días
Galarza, 2021

Residualidad 49 días

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Residualidad 49 días	40	0,41	0,15	11,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2282,99	12	190,25	1,59	0,1549
Tratamiento	337,23	3	112,41	0,94	0,4362
Bloque	1945,77	9	216,20	1,80	0,1141
Error	3237,71	27	119,92		
Total	5520,71	39			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,40164

Error: 119,9153 gl: 27

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Streptomyces hygroscopi..	95,60	10	3,46	A
T3 Streptomyces hygroscopi..	95,12	10	3,46	A
T1 Streptomyces hygroscopi..	93,36	10	3,46	A
T4 Testigo convencional (F..	88,27	10	3,46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=26,63427

Error: 119,9153 gl: 27

Bloque	Medias	n	E.E.	
8,00	99,91	4	5,48	A
2,00	99,88	4	5,48	A
9,00	99,42	4	5,48	A
6,00	98,92	4	5,48	A
3,00	97,85	4	5,48	A
10,00	96,38	4	5,48	A
1,00	85,16	4	5,48	A
5,00	84,62	4	5,48	A
7,00	84,38	4	5,48	A
4,00	84,38	4	5,48	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 36. Análisis andeva residualidad a los 49 días
Galarza, 2021

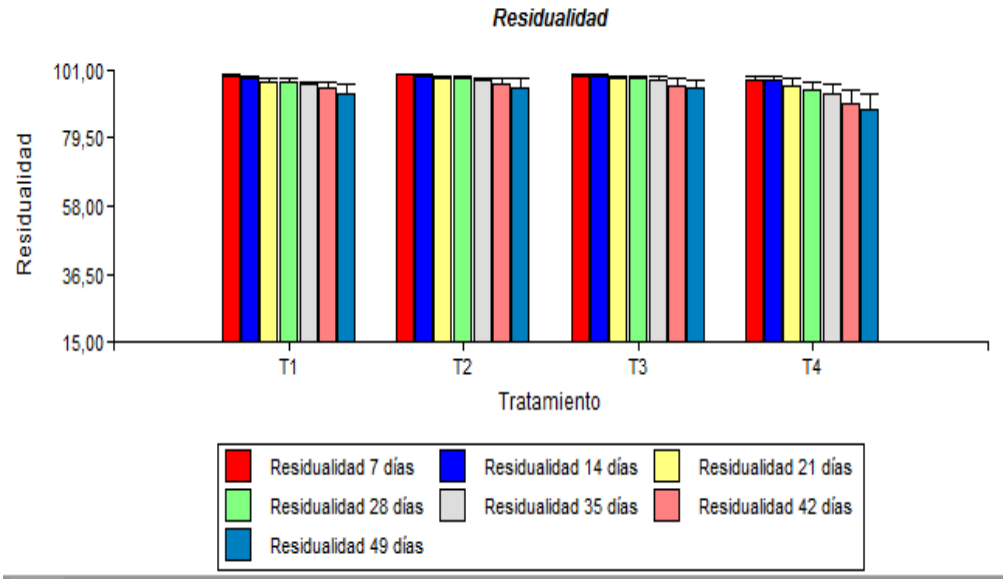


Figura 37. Residualidad
Galarza, 2021

Figura 38. Preparación de los tratamientos
Galarza, 2021

Figura 39. Establecimiento de unidades experimentales
Galarza, 2021

Figura 40. Labores culturales en el cultivo de banano
Galarza, 2021

Figura 41. Toma de datos longitud de las hojas
Galarza, 2021

Figura 42. Evaluación de la infección de la sigatoka negra en el cultivo Galarza, 2021

Figura 43. Evaluación de la residualidad de los tratamientos
Galarza, 2021