

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), en plantaciones de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, San Ramón

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Janeth Carmela MERCADO NAVARRO

Bach. Oseas Rafael CCOICCA HUAMAN

Asesor:

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

La Merced – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la
antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), en
plantaciones de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo
14, San Ramón**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. Rafael MATENCIO GERONIMO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 061-2023/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MERCADO NAVARRO, JANETH CARMELA
CCOICCA HUAMAN, OSEAS RAFAEL

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), en plantaciones de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, San Ramón

Asesor

Mg. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

Índice de similitud

13%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 12 de junio de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes con su apoyo y paciencia nos formaron para ser profesionales de éxito.

A nuestros familiares y amigos, por su apoyo y palabras de aliento en el transcurso de nuestros estudios universitarios.

A nuestra asesora M. Sc. Karina Jessica Marmolejo Gutarra por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el desarrollo del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la realización del presente trabajo de investigación:

1. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía - Filial La Merced; por habernos albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. A la Universidad Nacional del Centro del Perú, por haberme facilitado el campo experimental, para la realización del presente trabajo de investigación.
3. A todas las personas quienes hicieron posible la realización de este proyecto.

RESUMEN

El cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en la actualidad viene teniendo importancia en Perú por sus múltiples bondades medicinales y valor nutritivo en la alimentación humana. El fruto es muy consumido y requiere de buenos cuidados para su comercialización y en los últimos años se ha ido incrementando el área de siembra a 976 ha⁻¹ (MINAGRI, 2020, p.1). Por otra parte, la aplicación de productos químicos para controlar la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) es constante en plantaciones de guanábana; por lo tanto, este proyecto investigó sobre otras alternativas probando los microorganismos rizosféricos para disminuir y controlar la incidencia y severidad de esta enfermedad, con el fin de reemplazar los agroquímicos que dejan residualidad y son perjudiciales para la salud humana. Para estas pruebas se establecieron los siguientes tratamientos: T1 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l; T2 (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l); T3 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l + Trichodermina (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g), Dosis: 10 g/l); T4 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml), Dosis: 25 ml/L + Trichodermina (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g), Dosis: 5 gr/l y T5 (Testigo). Se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se realizaron evaluaciones antes y después de la aplicación de los productos de la empresa Innova Biotech SAC a los 60, 90 y 120 días. El porcentaje de disminución con respecto a la severidad inicial fue en promedio 16.98%, mostrando que los productos que dieron un resultado positivo de incidencia fueron T3 con 3.81% y el T4 con 5.11% a los 120 días de evaluación, con un AUDPC bajo y con buena eficacia del producto combinado fue el T3 con 69.38%. Se concluye que los mejores tratamientos fueron el T3 y T4.

Palabras clave: antagonistas, enfermedades foliares, guanábana.

ABSTRACT

The current cultivation of guanabana (*Annona muricata* L.) is becoming important in Peru for its multiple medicinal benefits and nutritional value in human food. The fruit is very consumed and requires good care for its commercialization and in the last few years the planting area has been increasing to 976 ha⁻¹ (MINAGRI, 2020, p.1). On the other hand, the application of chemical products to control anthracnosis (*Colletotrichum* spp.) is constant in guanabana plantations; therefore, this project investigated other alternatives testing rhizospheric microorganisms to reduce and control the incidence and severity of this disease, with the aim of replacing the agrochemicals that leave residuality and are harmful to human health. The following treatments were established for these tests: T1 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ CFU/ml), Doses: 35 ml/l; T2 (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ spores/g, Dose: 10 g/l); T3 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ CFU/ml), Doses: 35 ml/l + Trichodermin (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ spores/g), Doses: 10 g/l); T4 (*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ CFU/ml), Doses: 25 ml/L + Trichodermin (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ spores/g), Doses: 5 gr/l and T5 (Testigo). The design of blocks was carried out completely by chance, with five treatments and three repetitions. Evaluations will be carried out before and after the application of the products of the company Innova Biotech SAC at 60, 90 and 120 days. The percentage of decrease with respect to the initial severity was on average 16.98%, showing that the products that gave a positive result of incidence were T3 with 3.81% and T4 with 5.11% at 120 days of evaluation, with a low AUDPC and with good effectiveness of the combined product was T3 with 69.38%. It was concluded that the best treatments were T3 and T4.

Keyword: antagonists, foliar diseases, soursop.

INTRODUCCION

En la selva central peruana, en las provincias de Chanchamayo y Satipo de la región Junín, la guanábana es una especie cultivada por pequeños productores. Según datos de la Dirección General de Desarrollo Agrícola y Agroecología del Ministerio de Agricultura y Riego (2020), indican que el Perú produjo un total de 8.731 toneladas de guanábana, en una superficie de 976 hectáreas. Entre los principales departamentos donde se cultiva la guanábana destacan Junín, La Libertad, Ucayali, Loreto, Ica y Lima. Hilario (2019, p.15), cita que el MINAGRI (2017) reporto que en el año 2015 se tenía una superficie cosechada de 229 ha⁻¹ y para el 2016 se incrementó en 269 ha⁻¹, al incrementarse las áreas de cultivo de la guanábana se observan problemas del hongo *Colletotrichum* spp., a nivel de hojas, ramas, inflorescencias produciendo la podredumbre negra del fruto. (Arias, 2004 citado por Hilario, 2019) menciona que, en condiciones favorables el patógeno pueden ocasionar pérdidas de 90% de la cosecha, siendo el principal problema que se viene presentando para lograr un manejo adecuado y eficiente en el cultivo de guanábana (p.13).

Existe una gran variabilidad y diversidad genética en estos agroecosistemas, que son favorables para el cultivo de la guanábana. Apaza y Salazar (2019) diseñaron el mapa de variabilidad fenotípica de la guanábana para 13 ecotipos que fueron caracterizados en las fincas de los productores en la localidad de Marankiari y Rio Negro en el distrito de Perene en la provincia de Chanchamayo, observándose dentro de sus resultados problemas de la antracnosis en los huertos y parcelas de los productores en los diferentes ecotipos locales de la zona de estudio (p.10). Tradicionalmente, el control de la antracnosis es por métodos químicos, los cuales se aplican: a la semilla, al follaje y flor, con resultados favorables; sin embargo, su uso trae efectos nocivos al ambiente y al hombre debido a la residualidad de sus componentes, además generan resistencia por parte de los fitopatógenos. De ahí la importancia en la búsqueda de agentes de control biológico, siendo una alternativa viable al uso indiscriminado de los plaguicidas

en la agricultura (Torres, et al. 2008, p.18). Los mecanismos de acción antagonista de estos microorganismos rizosféricos han sido ampliamente estudiados para controlar el desarrollo de los patógenos (Bernal, et al., 2006, p.24). Algunas bacterias como *B. subtilis*, ha demostrado la capacidad de inhibir la germinación y el crecimiento de las hifas de varios patógenos foliares en tomate, algunas bacterias del género *Pseudomonas* tienen propiedades de excretar metabolitos con acción antibiótica, compuestos volátiles como el cianuro de hidrógeno y sideróforos que le permiten ejercer una competencia activa con el patógeno, estas son las características más importantes por las que las bacterias y los hongos son considerados como controladores de enfermedades en plantas (Pérez, 2004 citado por Carrión et. al., 2011, p.45).

Los resultados del presente trabajo de investigación será fuente de información, tanto para los agricultores, investigadores y profesionales dedicados a la producción del cultivo de guanábana de manera orgánica, a fin de evitar la eliminación de los polinizadores, ya que hay problemas en la sincronización de los órganos reproductores en el momento de la polinización ocasionando frutos deformes y será utilizado en programas de sanidad vegetal en el control preventivo utilizando microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.2. Bases teóricas – científicas.....	9
2.3. Definición de términos básicos.....	27
2.4. Formulación de Hipótesis.....	28
2.4.1. Hipótesis General	28
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	28
2.5. Identificación de Variables	28
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	29

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	30
3.2. Nivel de investigación	30
3.3. Métodos de investigación.....	30
3.4. Diseño de investigación	30
3.5. Población y muestra.....	33
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	34
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	34
3.9. Tratamientos Estadísticos	34
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	36
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	43
4.3. Prueba de Hipótesis.....	63
4.4. Discusión de resultados	64

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grados de incidencia de la antracnosis en el guanábano según el porcentaje de infección del follaje.....	39
Tabla 2. Escala de cuantificación de infecciones latentes de <i>Colletotrichum</i> spp. sobre la lámina foliar de guanábana	39
Tabla 3. Datos meteorológicos registrados en la estación metrológica Co - San Ramón (noviembre del 2021 – abril del 2022).....	41
Tabla 4. Análisis de varianza de incidencia antes de la aplicación de los microorganismos rizosféricos.....	43
Tabla 5. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 0 días antes de la aplicación de microorganismos rizosféricos.....	44
Tabla 6. Análisis de varianza de porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación	45
Tabla 7. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación.....	46
Tabla 8. Análisis de varianza de porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación	47
Tabla 9. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación.....	48
Tabla 10. Análisis de varianza de incidencia a los 120 días.....	50
Tabla 11. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 120 días	51
Tabla 12. Análisis de varianza porcentaje de severidad antes de las aplicaciones con los microorganismos rizosféricos	52

Tabla 13. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad antes de la aplicación con los microorganismos rizosféricos	53
Tabla 14. Análisis de varianza a los 60 días después de la aplicación de microorganismos rizosféricos	54
Tabla 15. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de severidad a los 60 días después de la aplicación con microorganismos rizosféricos	55
Tabla 16. Análisis de varianza del porcentaje de severidad a los 90 días	56
Tabla 17. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad a los 90 días después de la aplicación con los microorganismos rizosféricos	57
Tabla 18. Análisis de varianza de porcentaje de severidad a los 120 días después de aplicado los microorganismos rizosféricos	58
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de severidad a los 120 días de aplicado los microorganismos rizosféricos	59
Tabla 20. Eficacia de los controladores biológicos (Microorganismos rizosféricos)	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Síntomas de la antracnosis en hojas de guanábana	17
Figura 2. Croquis del experimento	32
Figura 3. Mapa Satelital de la parcela experimental en el Anexo 14	36
Figura 4. Escala para cuantificación sobre la lámina foliar	39
Figura 5. Porcentaje de incidencia antes de la aplicación de microorganismos rizosféricos (%)	44
Figura 6. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación	46
Figura 7. Porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación	49
Figura 8. Porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación	51
Figura 9. Porcentaje de severidad a los 0 días de evaluación.....	53
Figura 10. Porcentaje de severidad a los 60 días de evaluación.....	55
Figura 11. Porcentaje de severidad a los 90 días de evaluación.....	57
Figura 12. Porcentaje de severidad a los 120 días de evaluación.....	59
Figura 13. Porcentaje del área foliar enferma de plantas de guanábana en las cuatro evaluaciones.....	60
Figura 14. Efecto de los microorganismos rizosféricos sobre AUDPC	61

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La antracnosis se considera como la enfermedad de mayor importancia económica, ocasionando necrosis, caída de flores durante todo el año, mermando la producción de guanábana. La mayor incidencia de la enfermedad se produce en los periodos de precipitación con altas humedades relativas en regiones tropicales y subtropicales y esto es debido a la capacidad de *Colletotrichum gloeosporioides* para afectar un gran número de cultivos como la guanábana, cítrico, mango, tomate de árbol, aguacate, cucurbitáceas, cafeto, entre otras (Hilario, 2019, p.21).

Actualmente, el problema principal en la provincia de Chanchamayo en el cultivo de la guanábana es la antracnosis, debido al incremento de áreas de cultivo desde el 2015, con 229 ha⁻¹ de superficie cosechada y para el año 2016 fue de 269 ha⁻¹ (MINAGRI, 2017, p.1). Ocasiona daño a nivel de hoja, tallo, yemas y ramas jóvenes, afectando el rendimiento y calidad del producto, debido a que las condiciones edafoclimáticas que son favorables para la expansión de la enfermedad (Chuquimarca *et al.*, 2010, p. 43). La antracnosis en condiciones de alta severidad causa pérdidas hasta un 90 % de la cosecha debido a la acción

sinergista con otros organismos de tipo bacterial (Agrios, 1997, p.18), asimismo se tienen problemas a nivel de germinadero y vivero.

La demanda mundial de productos orgánicos es de prioridad como resultado del uso desmedido de los agroquímicos, es necesario estudiar técnicas alternativas para el control con productos biológicos para la antracnosis

Motivo por el cual, el presente trabajo está destinado a probar microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis, con la finalidad de obtener frutos de buena calidad y libres de residuos tóxicos; con un manejo amigable al medio ambiente y la salud humana.

1.2. Delimitación de la investigación

Se llevó a cabo la presente investigación en la Estación Experimental Esperanza del Anexo 14 - San Ramón de la Universidad Nacional del Centro del Perú, en marco al proyecto intitulado “Caracterización morfológica, fisicoquímica y sanidad de una colección de clones multipatrón de guanábana (*Annona muricata* L) en la EEA Esperanza San Ramón-UNCP”, siendo orientado a determinar el efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en plantaciones de guanábana de 5 años de edad. Las evaluaciones se desarrollaron desde noviembre del 2021 a abril del 2022.

La investigación se ejecutó en:

Región : Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : San Ramón

Lugar : E.E. Esperanza UNCP.

Altitud : 890.06 msnm

Coordenadas : Latitud -11.161709 y Longitud -75.33637

La guanábana se encuentra dentro del grupo de frutas que se comercializan en los mercados nacional e internacional.

En el Perú la producción es escasa, porque el cultivo todavía tiene serias limitantes en la producción; una de ellas, es el manejo de las enfermedades producida por *C. gloeosporioides*. Se estima que existen aproximadamente 750 especies del género *Colletotrichum* y cada una de ellas está ligada a un hospedero diferente; en algunos casos no es sólo una especie la que ocasiona la enfermedad, lo que hace aún más complejo su estudio. *Colletotrichum* sp, asimismo, se caracteriza por tener la capacidad de desarrollar infecciones latentes; esto lo define como un hongo agresivo, ya que inicialmente sobrevive en la planta de forma asintomática y cuando se activa, ocasiona daño en el tejido. En esta última etapa la aplicación de fungicidas preventivos no tiene efecto sobre el patógeno y por esto es necesario utilizar fungicidas curativos, en dosis cada vez más altas, lo que representa mayor inversión para el control de la antracnosis, mayor contaminación del medio ambiente y, aumento de tolerancia por parte del patógeno a los fungicidas más usados (Abella, 2015, p.24).

Es por ello, que esta investigación persigue aportar nuevos conocimientos para el manejo de la enfermedad, a fin de: disminuir la aplicación de los fungicidas y la contaminación ambiental, evitar fitotoxicidad, reducir los costos de control de antracnosis, lograr que la combinación de tipos de control sea eficiente y aumentar la producción de guanábana en el país; al mismo tiempo promover la conservación del equilibrio medio ambiental utilizando mezclas, preparados y otros que no comprometan la dinámica fundamental que está establecida en nuestro medio ambiente.

El uso excesivo de los fungicidas químicos provoca resistencia de los agentes causales en sus posteriores momentos, permitiendo el uso de nuevos fungicidas, construyendo un ciclo interminable de desequilibrio y perjuicios al medio ambiente y a la salud del hombre.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de los microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en plantaciones de guanábana en el Anexo 14 San Ramón?

1.3.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál será el grado de incidencia de la antracnosis en plantaciones de guanábana como efecto de la aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* en plantaciones de guanábana?
- ✓ ¿Cuál será el grado de severidad de la antracnosis con la aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* de plantaciones de guanábana?
- ✓ ¿Cuál será la eficacia de control de los productos microbiológicos a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* sobre la antracnosis en plantaciones de guanábana?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en plantaciones de guanábana en el Anexo 14 San Ramón.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el grado de incidencia de la antracnosis en plantaciones de guanábana como efecto de la aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* en plantaciones de guanábana.
- ✓ Evaluar el grado de severidad de la antracnosis como efecto de la aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, en plantaciones de guanábana.
- ✓ Estimar la eficacia de control de los productos microbiológicos a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* sobre la antracnosis en plantaciones de guanábana.

1.5. Justificación de la investigación

En la selva central peruana, en las provincias de Chanchamayo y Satipo de la región Junín, la guanábana es una especie cultivada por pequeños productores.

a. Desde el punto de vista económico

Los distritos de San Ramón, Perene, Pichanaki, Rio Negro, Mazamari y San Martín de Pangoa cuentan con una ubicación geográfica y características edafoclimáticas óptimas para el desarrollo del cultivo. La guanábana es un cultivo potencial que año tras año se va incrementando las áreas de cultivo y la producción a nivel nacional, llegando a ser un cultivo alternativo para los agricultores Chanchamayinos donde puedan mejorar su calidad de vida generando mayores ingresos y puestos de trabajos.

b. Desde el punto de vista social

El cultivo de guanábana viene incrementado año tras año su producción, por ello se estima que más productores se sumen a cultivar este producto, ya que es un cultivo rentable y con mucha demanda en los mercados a nivel

nacional e internacional gracias a sus múltiples atributos que tiene el fruto de la guanábana.

c. Desde el punto de vista tecnológico

La guanábana es una fruta muy cotizada a nivel nacional e internacional gracias a sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud entre ellas se puede mencionar que combate a las células cancerígenas, mejora el sistema inmunológico, combate el dolor etc. es por ello que la guanábana viene siendo comercializada en fruto, pulpa, hojas y cápsulas para fines medicinales como el cáncer.

1.6. Limitaciones de la investigación

Durante la ejecución del presente trabajo de investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Lluvias repentinas que retrasaban las aplicaciones de los microorganismos rizosféricos y evaluación de la incidencia y severidad de la antracnosis en los plantones de guanábana.
- Pase restringido en la ruta hacia el Anexo 14 donde se desarrolló el trabajo de investigación debido a las frecuentes lluvias que ocasionaban caídas de rocas que impedían el pase a los vehículos.
- En algunas oportunidades se encontró cerrado la Estación Experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú que retraso las aplicaciones y evaluaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el comportamiento de cuatro fungicidas biológicos para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Desmazieres y Montagne) en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) utilizó hongos antagónicos como *Trichoderma harzianum* Rifai, *T. viride* Pers, *T. lignorum* Harz y la bacteria *Bacillus subtilis* Cohn, así como también las mezclas de: *Trichoderma harzianum* + *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma harzianum* + *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum* + *Trichoderma viride*., *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* + *Trichoderma lignorum*, *Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*. En la dosis de: baja 7.5 cc/l, media 15 cc/l y alta 30 cc/l., para las mezclas las dosis se calcularon: baja 3.75 + 3.75 cc/l, media 7.5 + 7.5 cc/l y alta 15 + 15 cc/l. A los doce días después de la siembra de *C. gloeosporioides*, en el testigo absoluto se observó que los fungicidas biológicos, tanto puros como en mezclas, controlaron el 100% a *C. gloeosporioides*. Estos no presentaron diferencias estadísticas en el control de antracnosis (Chuquimarca, 2010, p.6).

La evaluación de la efectividad antagónica de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* por separado y en mezcla ante *Colletotrichum gloeosporioides*

en condiciones in vitro, donde los tratamientos fueron: T1 Testigo: frutos de mango asperjados con el patógeno (1×10^6 conidios/ml), T2 Testigo: frutos asperjados con agua destilada estéril (ADE), T3 frutos asperjados con *B. subtilis* (108ufc/ml), T4 frutos asperjados con *T. harzianum* (1×10^6 conidios/ml), T5 frutos asperjados con la mezcla de los dos antagonistas y T6 frutos asperjados con un fungicida Benomilo 0,5g/l. Se observó que el mejor tratamiento fue la mezcla de los antagonistas seguido de *B. subtilis* aplicado solo y luego *T. harzianum*; los antagonistas mostraron efecto micro parasítico (enrollamiento, penetración y lisis de hifas), afectando el crecimiento y esporulación de *C. gloeosporioides*. El *Trichoderma harzianum* mostró alta efectividad por metabolitos volátil es afectando el crecimiento y esporulación de *C. gloeosporioides* (Santander, 2013, p.16).

El trabajo de investigación que, se desarrolló en el distrito de La Merced- provincia de Chanchamayo, con el objetivo de evaluar el efecto del control de los antagonistas en la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en los ecotipos de guanábano a nivel de vivero. El experimento consistió en comparar los resultados de tres ecotipos de guanábano con cuatro tratamientos de antagonista más un testigo. Sobresalió menor incidencia de la enfermedad en el ecotipo blanca con promedio de 53.33 % y el antagonista *T. harzianum* con 44.44 %. Con respecto a la severidad de la enfermedad, sobresalió con menor severidad la interacción (ecotipo. blanca x *T. harzianum*) y (ecotipo. negra x *T. harzianum*) con 4.468 y 5.165 %. En altura de planta destacó el ecotipo blanca con promedio de 95.667 cm y los antagonistas (*T. harzianum*) y (*T. viride* y *T. harzianum*) con promedios de 91.778 y 88.889 cm. En diámetro de tallo destacó el ecotipo blanca con promedio de 0.795 cm y el antagonista *T. harzianum* con promedio de 0.700 cm. En área foliar sobresalió la interacción (ecotipo amarilla x *T. harzianum*) con promedio de 3489.673 cm². En conclusión, el ecotipo blanca presenta menor incidencia y severidad a la antracnosis y el antagonista

Trichoderma harzianum presenta mayor efectividad en el control de la antracnosis. Asimismo, en la interacción (ecotipo amarilla x *T. harzianum*) y (ecotipo negra x *T. harzianum*) presenta menor incidencia y severidad de esta enfermedad (Hilario, 2019, p.12).

La evaluación de la antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en guanábana (*Annona muricata* L.) tipo “Gigante” en el Sector Moralito del estado Zulia, se seleccionaron al azar 20 árboles, en una plantación comercial de 7 años de edad, en cada planta se marcaron todos los frutos sanos presentes, con edades comprendidas entre 5 y 8 días de haber cuajado (etapa de erizos), para un total de 126 frutos. Se realizó aislamientos de los hongos presentes en los frutos, se determinó la severidad de la antracnosis en las diferentes etapas de crecimiento, se relacionó la precipitación con el mayor grado de severidad de la enfermedad. Los frutos sanos por etapa fueron inoculados con los hongos identificados y la combinación de ellos. Los resultados demuestran que la enfermedad es más severa en la etapa I (30 días) y II (60 días) de crecimiento del fruto, con promedios de severidad 9,65 (etapa I) y 8,53 (etapa II), relacionados con el momento de mayor precipitación (50 mm de agua) en la semana cuatro y (145 mm de agua) en la semana ocho. Se identificaron tres colonias de *Colletotrichum* sp., presentando características culturales diferentes y una de *Fusarium* sp. Los postulados de Koch permitieron corroborar que los daños en los frutos fueron causados por *Colletotrichum* spp., siendo más severos en asociación con otros hongos (Andrade, 2019, p.148).

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Planta de guanábana

Dentro de la familia de las Annonáceas, la guanábana constituye una de las especies de mayor demanda, por su agradable sabor, ya que se utiliza comercialmente en la elaboración de jugos, helados, mermeladas, postres y

concentrados; además, tiene propiedades medicinales, alimenticias e insecticidas. Esta fruta se caracteriza por ser de alto potencial económico; en los últimos años se ha incrementado su consumo y, se considera como una de las más apetecidas en el mercado nacional e internacional.

El árbol de guanábana requiere para su buen crecimiento y desarrollo, una altitud entre 500 y 1250 m.s.n.m., una temperatura media entre 25 y 28 °C; no resiste condiciones de frío y, cuando este es severo, causa defoliación y daños fisiológicos. Es abundante la productividad en regiones con precipitaciones anuales entre 800 y 1000 mm, humedad relativa entre el 60 y el 80% y, pH entre 5.5 y 6.5 (Barahona, 1989, p.10).

No se conoce con certeza su centro de origen, aunque se presume que sea Colombia o Brasil. La guanábana fue uno de los primeros frutales llevados desde América hasta los trópicos del mundo oriental, ya que, en algunos textos antiguos, (1526), como "Historia Natural de las Indias", Gonzalo Hernández de Oviedo hace alusión a la abundancia en la zona norte de Suramérica y Las Antillas.

En la actualidad, la guanábana se encuentra de forma silvestre y cultivada, desde el sur de México hasta Brasil, islas del Pacífico y Las Antillas. Se cultiva también en los Cayos y en el extremo del sur de la Florida, así como desde el sureste de China hasta Australia y en las tierras bajas y calientes del este y oeste del África (Cruz, 2002, p.117).

2.2.2. Origen y distribución

2.2.2.1. Clasificación taxonómica

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Subdivisión	: Angiosperma o latifoliada
Clase	: Dicotiledónea

Subclase : Archylamudeae
Orden : Ranales
Familia : Annonáceas
Sección : Euannona
Género : Annona
Especie : *Annona muricata* L.

2.2.2.2. Problemas fitosanitarios

Una alta incidencia de plagas y enfermedades se presenta en todas las zonas donde se cultiva la guanábana; las pérdidas son muy variables y en ocasiones, hacen incosteable el cultivo, limitando su expansión. Los problemas fitosanitarios más importantes son: la antracnosis foliar, la antracnosis o pudrición seca del fruto, la pudrición parda del fruto, la mancha blanca del follaje y, las pudriciones secundarias del fruto. Entre las plagas de importancia económica están: el chinche de encaje, los perforadores del fruto y semilla, como la polilla y la avispa. De acuerdo con los resultados obtenidos en evaluaciones realizadas durante un período de 8 meses, se encontró que la antracnosis es la enfermedad más importante del cultivo de guanábana. Se estima que las pérdidas en producción por el complejo de problemas fitosanitarios en guanábana, pueden situarse alrededor del 44.1%.

2.2.2.3. Propagación

a. Propagación sexual

La guanábana usualmente no presenta problemas en la propagación por semilla sexual; sin embargo, debido a que la germinación es relativamente lenta y las plántulas son susceptibles a *Phytophthora* sp. Es que se recomienda colocarla en agua a 42 °C por 15 minutos

y luego en una solución de Benomil (Benlate) de un grano por litro por 14 horas.

Se pone a germinar en eras previamente desinfectadas, colocando la semilla en forma horizontal. Entre los 15 y 22 días comienza la germinación cuando las plantas tienen de 3 a 4 hojas se transplantan a bolsas de polietileno. El principal problema en vivero es el ataque de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), por lo que se recomienda las atomizaciones preventivas (Barahona, 1989, P.5).

b. Propagación asexual

La utilización de un método vegetativo de propagación se justifica sólo si previamente se seleccionan árboles de alta productividad, ya que el árbol de guanábana injertado será más precoz que el obtenido a través de semilla. En diversas fuentes bibliográficas se reporta que este frutal se puede propagar por injertos, acodos y estacas. (Barahona, 1989).

2.2.2.4. Siembra

- ✓ Al voleo: Sistema más empleado; en este caso se debe procurar que las semillas empleadas queden bien distribuidas evitando amontonamiento.
- ✓ En surcos: Se realiza en pequeños surcos de 1 cm de profundidad, separándolos a 5 cm entre hileras y 1 cm entre semillas.
- ✓ En fajas: Se hace en secciones de 5 cm de ancho y 1 cm de profundidad, separadas a 10 cm a lo largo de las camas.

Cobertura:

El semillero se puede cubrir con hojas de plátano u otra de hoja ancha, inclusive de paja seca o sacos de yute, estas mantienen la humedad y

temperatura evitando las malas hierbas y golpeo del agua de lluvia o riego que podrían descubrir la semilla.

Cantidad de semilla: un kg de semillas contiene 2800 semillas de guanábana con un poder germinativo de 70%.

Riego:

Este se realiza para mantener el suelo húmedo sin secamiento ni encharcamiento. Tres riegos por semana es el adecuado, el exceso favorece la pudrición de raíces y desarrollo de enfermedades.

Tiempo: Las semillas de guanábana en condiciones adecuadas germinan entre 15 y 20 días después de la siembra.

2.2.2.5. Labores culturales

- ✓ **Riego:** Según las necesidades hídricas se deben realizar de forma manual o emplear un sistema de riego por micro aspersion, evitando déficit y excesos de agua por encharcamiento.
- ✓ **Deshierbo:** Se realiza manualmente con el propósito de evitar la competencia de los factores de luz, espacio y nutrientes.
- ✓ **Fertilización:** El complemento de fertilización de una fórmula a base de fósforo (18-46-0) a partir de la 7-8va semana después del trasplante, realizándolo manualmente a razón de 5 gramos/ pilón y antes del transporte a campo definitivo de 100-200 gr/pilón aplicándolo lejos del tallo de la planta.
- ✓ **Tiempo:** Los pilones de plántulas de guanábana permanece por un tiempo de 150-180 días, asegurándose de que estas no presenten ninguna anomalía o deficiencia nutricional.

2.2.3. La antracnosis

2.2.3.1. Clasificación taxonómica

Fase asexual

Fase sexual

Reino: Fungi	Fungi
División: Ascomycota	Ascomycota
Clase: Ascomycetes	Ascomycetes
Filamentosos	Filamentosos
Subclase: Deuteromycetes	Pyrenomycetes
Orden: Melanconiales	Phyllachorales
Género: <i>Colletotrichum</i>	Glomerella
Especie: <i>gloseosporioides</i>	cingulata (Agrios, G. 1997)

2.2.3.2. Epidemiología

El patógeno se disemina por el agua y por el viento y es probable que los insectos participen en dicha acción. La enfermedad es favorecida por condiciones ambientales de alta humedad o lluvias periódicas o, períodos secos y lluviosos alternos, por árboles en mal estado nutricional, distancias de siembra inadecuadas y por la susceptibilidad genética de los cultivares. Las conidias empiezan a germinar quince horas después de estar en contacto con una lámina de agua, logrando la máxima actividad a las 48 horas y, el ciclo de la enfermedad dura entre 7 y 10 días. La penetración del hongo en los tejidos ocurre directamente, por medio de los apresorios, por aberturas naturales o por heridas.

C. *Gloseosporioides* forma sus conidias en masas mucilaginosas, razón por la que necesita de lluvia seguida de alta humedad relativa y, de una capa de agua que persista sobre el follaje y sobre los frutos para la producción, diseminación y penetración del patógeno. Estas condiciones unidas a la posibilidad del patógeno para penetrar directamente, sin necesidad de heridas, o facilitado por estas, hace más difícil su prevención y control.

Los propágulos de muchos patógenos de plantas son dispersados a partir de huéspedes infectados por el contacto con la lluvia. La dispersión ocurre por el impacto de las gotas de agua sobre una superficie que contiene el inóculo, la ubicación de las esporas en las gotitas que se dispersan y, el movimiento de estas a nuevos sitios.

2.2.3.3. Sintomatología

A. Síntomas en hojas. La enfermedad se manifiesta como lesiones o manchas necróticas en las hojas. Estas manchas son de color marrón oscuro casi negro y, de borde definido, en ocasiones rodeadas de un tenue halo clorótico (Véase la Figura 1). Las lesiones se ubican en cualquier parte de la lámina foliar, siendo redondeadas u ovaladas y con diámetro hasta los 15 mm. Pueden presentarse aisladas en los bordes y ápices de las hojas; cuando se ubican en las nervaduras son irregulares e inducen deformación foliar, por lo cual la hoja tiende a romperse. Cuando las lesiones se necrosan rompen el tejido y pueden dejar perforaciones. Las lesiones en la nervadura avanzan rápidamente induciendo la caída prematura de la hoja.

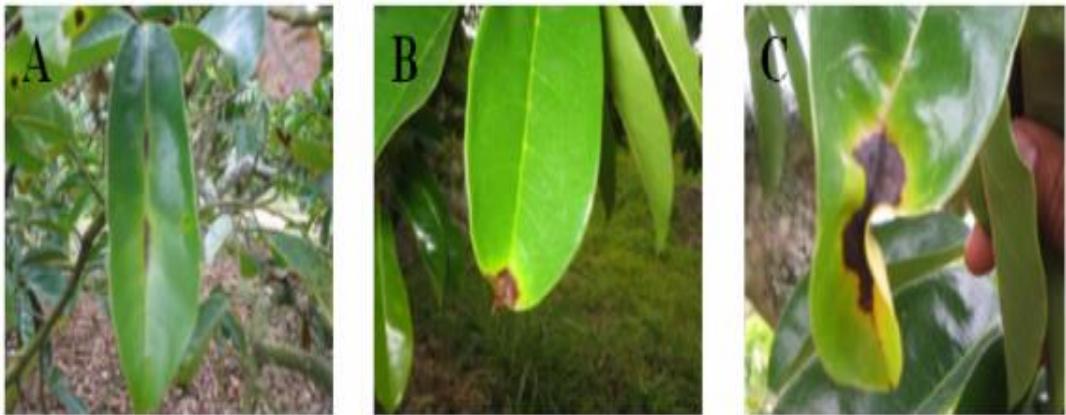
B. Síntomas en botones florales. En estas estructuras, la antracnosis presenta lesiones definidas de forma variable, hundidas, de color marrón claro u oscuro, especialmente hacia la base de pétalos y sépalos. A medida que la lesión progresa, avanza hacia el interior del botón floral, crece en diámetro y llega a cubrir gran parte o todo el botón floral, causando la caída del mismo. Al separar los pétalos de los sépalos en épocas húmedas, se puede observar a simple vista un crecimiento micelial filamentoso de coloración gris-blancuecina y, las masas de conidias (esporas) del hongo.

C. Síntomas en el fruto. La antracnosis del fruto o pudrición seca, nombre dado a la enfermedad cuando ataca el fruto y debido a las características de las lesiones que induce, se manifiesta con manchas de forma irregular o redondeadas, de tamaño variable (pudiendo alcanzar 7 a 9 cm de diámetro), de color marrón oscuro y hundidas, formando chancros. Varias lesiones se pueden unir afectando gran parte del fruto.

Las lesiones tienen borde definido y necrótico, mostrando el tejido con aspecto seco, duro, compacto y generalmente el área necrosada se rompe. La enfermedad avanza hacia el interior del fruto, destruyendo la pulpa y llegando hasta las semillas y el eje central del fruto. Se ha comprobado que la pudrición seca del fruto está relacionada con la incidencia de antracnosis foliar, ya que, en árboles afectados por esta última, la pudrición seca se presenta en forma acentuada.

La pudrición seca del fruto, ataca a este en cualquier estado de desarrollo, pudiendo llegar a inducir grandes pérdidas. Cuando el ataque se presenta en frutos jóvenes, la enfermedad induce momificación del fruto, el cual toma una coloración oscura, casi negra y se desprende fácilmente del árbol. Las pérdidas tienden a disminuir a medida que el ataque es más tardío, lo que puede permitir en ciertos casos utilizar parte del fruto afectado. La enfermedad también se suele presentar cuando hay heridas y perforaciones de los insectos que atacan el fruto, como es el caso de la polilla perforadora del fruto *Cerconota anonella*.

Figura 1. Síntomas de la antracnosis en hojas de guanábana



Fuente: Lizarazo (2005)

Se puede observar: a) Síntomas iniciales de antracnosis en la nervadura, b) Lesión típica de antracnosis en el ápice de la hoja, c) Lesión avanzada.

2.2.3.4. Estrategias de control

El control de la antracnosis se lleva a cabo bajo cuatro tipos convencionales que son: control cultural, biológico, químico y uso de resistencia intrínseca. La aplicabilidad de estrategias de control, depende en su mayor parte de las características del cultivo y de la zona de producción.

1) Control cultural. Se refiere al rango de métodos utilizados en agronomía de cultivos para controlar enfermedades, la mayoría direccionados a evitar la enfermedad a través de técnicas de fitosanidad, podas, implementación de patrones de manejo de cultivos o incremento de resistencia y evitar predisposición. La ubicuidad de las fuentes de inóculo de *Colletotrichum* y el desarrollo rápido de la enfermedad bajo condiciones favorables, reduce la efectividad de muchas prácticas generales fitosanitarias.

En guanábana se considera que la presencia, incidencia y severidad de esta enfermedad están ligadas con el manejo del cultivo. El

manejo preventivo se inicia con la localización del huerto, prefiriéndose zonas de baja humedad relativa y precipitación moderada. Se recomienda la recolección y eliminación de frutos afectados, la aplicación de prácticas de control de plagas, desinfección de herramientas, el riego adecuado y la nutrición óptima de los árboles.

- 2) Control químico.** Las enfermedades producidas por *Colletotrichum* pueden ser controladas por un amplio rango de productos químicos a base de cobre como ditiocarbamatos, benzimidazoles y triazoles; otros fungicidas, como clorotalonil, imazalil, y procloraz son efectivos para combatir a *Colletotrichum*. Los fungicidas sistémicos son particularmente efectivos, debido a la habilidad para penetrar el tejido del huésped y erradicar las infecciones latentes. Sin embargo, el problema de la tolerancia a los fungicidas, rápidamente se incrementa cuando los benzimidazoles son utilizados de forma frecuente para controlar esta enfermedad.

En el cultivo de guanábana se recomienda hacer aplicaciones de los siguientes fungicidas: Benomil, Carbendazim, Mancozeb, Maneb y Clorotalonil (Palomino y Rentería, 1986). El Benomil y el Carbendazim se emplean como curativos (el hongo ya se encuentra establecido a niveles medios o altos) y los demás fungicidas como preventivos, es decir, cuando la enfermedad no ha empezado, se ha iniciado el ataque o los niveles son bajos (Méndez, 2013, p.7).

3) Control físico:

Este tipo de control se debe realizar luego de la cosecha y consiste en mantener al fruto en un lugar con una temperatura menor a 10 °C, humedad relativa menor al 80 % con el fin de dar al patógeno un ambiente inadecuado para su desarrollo (Méndez. 2013, p.12).

2.2.3.5. El patógeno:

Colletotrichum y su teleomorfo han sido reconocidos como los responsables de diferentes enfermedades en plantas por todo el mundo, generalmente las que se denominan como antracnosis, pero especialmente como la causa de los problemas de pre y post – cosecha en los trópicos. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Causa antracnosis en diferentes frutos incluyendo los de anonáceas. *Colletotrichum* es un género notoriamente variable, acerca del cual se han formulado muchas preguntas acerca de su taxonomía, evolución, origen de variación, especificidad del hospedero y mecanismos de patogenicidad y, que todavía no han sido respondidas. La variación morfológica in vitro de este hongo, dificulta su correcta identificación por vía convencional. Las especies del género *Colletotrichum* están entre los hongos fitopatógenos más importantes y atacan un rango extremadamente amplio de plantas, que crecen en ambientes templados y tropicales. Estos patógenos causan daños en varias partes de la planta como: raíces, tallos, hojas, flores y frutos, pero algunas veces son muy específicos para algún tipo de tejido en particular; muchos de ellos también son específicos para especies de plantas o cultivos. *C. gloeosporioides* se ha asociado con la antracnosis en guanábana en frutos. En México se identificó como el responsable de la antracnosis en frutos de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill) a *Colletotrichum fragariae*.

Fuentes de inóculo. Las lesiones ocasionadas por *Colletotrichum*, se presentan en más de una parte de la planta. La antracnosis en mango es probablemente el ejemplo fundamental de lo anterior, donde la enfermedad se presenta en hojas, flores y frutos, en donde el inóculo de una fuente infecta el otro órgano. Las principales fuentes de inóculo son las conidias producidas en acérvulos. En los acérvulos más jóvenes, las

conidias están encerradas en un material húmedo, mucilaginoso e hidrofílico, algunas veces referido a una matriz de esporas. Este es un complejo mixto compuesto en su mayoría por polisacáridos y glicoproteínas, con varios componentes menores que incluyen algunas enzimas. Cuando estas estructuras reproductivas maduran bajo condiciones de sequía, la matriz forma un depósito de corteza dura, el cual reúne muchas esporas. La diseminación de las esporas a partir de acérvulos jóvenes ocurre en pequeñas gotas de agua, mientras que el viento, a su vez, puede distribuir masas de esporas secas de acérvulos viejos.

Infecciones latentes. El término “infección latente”, describe una relación parasítica dormante o latente que después de un tiempo cambia a estado activo. La etapa de desarrollo en la cual el hongo llega a estar de forma latente puede ser al inicio de la germinación, elongación del tubo germinal, formación del apresorio, penetración o colonización. La aparición y mantenimiento de la latencia del patógeno sobre o dentro del hospedero, indica un equilibrio dinámico entre el mismo hospedero, el patógeno y el ambiente, sin síntomas visibles. Inicialmente, la infección se presenta en el campo sobre frutos inmaduros, la cual resulta en la formación de un apresorio resistente de pared gruesa, con una clavija de infección que penetra la cutícula del hospedero y la pared celular, con la ayuda de enzimas cutinolíticas y celulolíticas. Bajo ciertas condiciones, usualmente asociadas con la maduración o afección por heridas de los frutos, estas infecciones latentes se desarrollan en lesiones necróticas oscuras, las cuales muestran acérvulos mucilaginosos de coloración naranja.

2.2.4. Control biológico

2.2.4.1. *Trichoderma spp.*

a) Clasificación taxonómica

Reino : Fungi

División : Ascomycota

Subdivisión : Pezizomycotina

Clase : Sordariomycetes

Orden : Hypocreales

Familia : Hypocreaceae

Género : *Trichoderma*

Espécie : *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. viride*. Rifai, (1969)

b) Características

- ✓ El hongo *Trichoderma spp.*, es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios.
- ✓ Hongo imperfecto, heterótrofo, anaerobio facultativo.
- ✓ Es un habitante común del suelo
- ✓ Son de rápido crecimiento
- ✓ Su pared celular está formada de quitina
- ✓ Sus esporas asexuales están expuestas libremente a la atmosfera.
- ✓ Posee un amplio rango de acción.
- ✓ Elevada propagación en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos.
- ✓ Ayuda a descomponer materia orgánica, los nutrientes se convierten en forma disponible para la planta (efecto indirecto en la nutrición del cultivo).

- ✓ Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas.
- ✓ Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida.
- ✓ Ataca patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y del follaje (*Botrytis* y *Mildiu*) antes de ser detectados y evita el ataque de (*Phytophthora*).
- ✓ Previene enfermedades dando protección a la raíz y al follaje.
- ✓ Promueve el crecimiento de raíces y pelos absorbentes.
- ✓ Mejora la nutrición y la absorción de agua.
- ✓ Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.
- ✓ Moviliza nutrientes en el suelo para las plantas. Biodegradable de agro tóxicos.
- ✓ También es compatible con bioagentes controladores de plagas y enfermedades.

Ficha técnica:

- ✓ Conservación: temperatura: 20-25 °C por un mes.
- ✓ Cantidad: bolsa de 800 gr.
- ✓ Concentración de conidias: 1x10¹² conidias/bolsa.
- ✓ Porcentaje de germinación: 100% a las 14 horas.
- ✓ Porcentaje de pureza: 100%
- ✓ Calidad de agua: Dureza: 130 ppm (carbonatos), pH: >6.5
- ✓ Aplicación foliar: 2 bolsas por 200 litros de agua,
- ✓ Preparado: hidratar las esporas por 6-16 horas en un balde a temperatura ambiente. Dosis: 500 ml por mochila de 20 litros.

Precauciones:

- ✓ No son tóxicos para los seres humanos, animales o plantas.
- ✓ Preparar la solución bajo sombra.
- ✓ Utilizar guantes y mascarilla y anteojos.
- ✓ Lavarse y cambiar de ropa después del trabajo.

Compatibilidad: Insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, fungicidas compatibles.

c) Mecanismo de acción

Las conidias de *Trichoderma*, al entrar en contacto con el suelo y detectar la presencia de un hongo fitopatógeno, generan una hifa o hilo que crece paralelamente a la hifa del hongo dañino. Después de reconocerlo, se adhiere y lo penetra, enrollándolo hasta estrangularlo, consumiéndolo (parasitismo) y compitiendo con él por espacio, energía y luz. La producción de antibióticos por parte del *Trichoderma* hace que el área donde se desarrolla este hongo esté libre de otros hongos (antibiosis).

Los mecanismos demuestran que el *Trichoderma* spp actúa como biocontrolador y como colonizador de las raíces, como son: micoparasitismo, antibiosis, competencia por nutriente y espacio, desactivación de las enzimas de los patógenos, tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo del sistema radicular, solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos, y resistencia inducida. De estos, los primeros cuatro mecanismos mencionados tienen acción en el hongo fitopatógeno, los otros son indirectos, ya que su acción es elicitar o impulsar mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos de la planta.

- a. Micoparasitismo.** Es el ataque directo de un hongo a otro, es un proceso complejo que involucra eventos secuenciales,

incluyendo reconocimiento, ataque, penetración y muerte. *Trichoderma* puede ejercer un biocontrol directo por parasitismo en un rango de hongos. El modelo de mecanismo de acción difiere de una especie a otra. Este proceso consiste en la formación de estructuras llamadas apresorios, que contienen una alta concentración de solutos osmóticos como glicerol y su función es penetrar en el hospedero. *Trichoderma* utiliza los carbohidratos de la pared celular de los patógenos, algunas enzimas que degradan la pared celular de los patógenos son: quitinasa, gluconasa, proteasa (Benítez et al, 2004), exoglucan-b-1,3 glucosidasas, endoglucan-b-1,6 glucosidasa, etc. Estas enzimas son inducidas por los diferentes polímeros componentes de la pared de distintas estructuras de los hongos fitopatógenos. Este proceso puede ser dividido en cuatro sucesos principales:

- ✓ **Crecimiento quimiotrófico:** donde exudados del patógeno atraen a *Trichoderma* spp.
- ✓ **Reconocimiento:** algunos aislamientos de *Trichoderma* spp. son específicos a algunos fitopatógenos, y es en esta etapa donde el fenómeno de especificidad de ataque se define, siendo medida por leticinas. **Adhesión:** una vez que *Trichoderma* spp. ha reconocido al patógeno, lo envuelve y se adhiere a las hifas cubriéndolo totalmente. **Degradación:** el paso final es la degradación de la pared celular.

b. Antibiosis: para *Trichoderma* este mecanismo está fuertemente ligada la producción de enzimas propias del proceso de micoparasitismo. Ocurre durante la interacción de

compuestos de bajo peso molecular o producción de antibióticos que inhiben el crecimiento de microorganismos. La mayoría de las especies de *Trichoderma* producen metabolitos tóxicos volátiles y no volátiles, que impiden la colonización de otros hongos. Entre estos metabolitos se encuentran; el ácido harzianico, alameticina, tricolin, antibióticos, peptaibols, 6-pentil- α -pirona, entre otros.

- c. **Competencia:** puede resultar en control biológico por aniquilación de la población perjudicial, y puede darse a favor de *Trichoderma* spp. debido a su alta frecuencia de crecimiento y desarrollo.

Trichoderma es capaz de vencer el efecto de otros hongos del suelo, como resultado de metabolitos producidos por otras especies incluidas las plantas y sobrevive bajo condiciones competitivas extremas. La inanición es la causa más común de muerte de los microorganismos, tanto así que la competencia por nutrientes limitados se traduce en un biocontrol entre hongos. *Trichoderma* tiene una capacidad superior de movilizar y extraer nutrientes del suelo comparado con otros microorganismos.

- d. **Resistencia Inducida:** *Trichoderma* produce un mecanismo de resistencia similar a la respuesta de hipersensibilidad, resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida en plantas.

2.2.4.2. ***Bacillus subtilis***

Enemigo natural de muchas enfermedades y nematodos entre ellas las que pertenecen a los géneros: *Rhizoctonia*, *Pythium*.

Phytophthora, Fusarium, Rhizopus, Mucor, Oidium, Botrytis, *Colletotrichum*, Erwinia, Pseudomonas y Xanthomonas y muchos géneros más; además puede reducir la incidencia de nematodos.

I. **Modo de acción:**

- ✓ **Producción de sideróforos.** Que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos.
- ✓ **Competición.** Compite por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas.
- ✓ **Antibiosis.** Produce antibióticos del tipo Bacilysin que son altamente fungotóxicos.
- ✓ **Promotor de crecimiento.** La bacteria al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes.
- ✓ **Inducción a resistencia.** Al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que les dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos.

II. **Ventajas:**

- ✓ No contamina el ambiente.
- ✓ No es tóxico en humanos, animales y plantas.
- ✓ Al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inóculo.
- ✓ Puede usarse en la agricultura orgánica y convencional.
- ✓ Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares; algunos fungicidas sistémicos.

III. Dosis y frecuencia de aplicación:

Las dosis recomendadas son de 4 galones por hectárea cuando se aplican por primera vez a esto se le llama dosis inundativa. Las siguientes aplicaciones varían de 1 a 2 galones por hectárea.

Dosis inoculativa: La frecuencia de aplicaciones varía dependiendo de las enfermedades a controlar. En el caso de enfermedades de follaje la frecuencia varía de 15 a 30 días. Cuando las enfermedades son radicales es preferible hacer aplicaciones semanales o quincenales.

IV. Recomendaciones:

Adicione leche para potencializar el efecto de 5 a 10 litros por hectárea junto con la bacteria. No mezcle con bactericidas o cobres, pero si lo puede usar con fungicidas, insecticidas o abonos foliares.

2.3. Definición de términos básicos

- **Microorganismos rizosféricos:** Son microorganismos que viven en asociación con las raíces y les proporcionan servicios como el aumento de la disponibilidad de nutrientes y la absorción por parte de las plantas, por lo que pueden influir positivamente en el rendimiento, la resistencia de las plantas o ayudar a controlar los patógenos.
- **Patógeno:** Un agente patógeno es toda aquella entidad biológica capaz de provocar una enfermedad infecciosa en un huésped.
- **Antracnosis:** Es una enfermedad fúngica que puede afectar a una amplia variedad de plantas, desde cultivos agrícolas hasta plantas ornamentales en un jardín. Se manifiesta como lesiones oscuras en hojas, tallos y frutos, lo que puede resultar en la deformación y la pérdida de cosechas.
- **Guanábana:** Es una fruta de la familia de la Annonacea, es de color verde, de forma oval, recubierta de unas espinas muy particulares; tiene una pulpa

blanca, dulce, aromática, con huesos negros y lisos; puede llegar a medir 50 cm de diámetro, pesar hasta tres kilos; su origen es incierto.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La aplicación de microorganismos rizosféricos controlará la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en plantaciones de guanábana (*Annona muricata* L.) Anexo 14 San Ramón.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- ✓ La aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, reducen la incidencia de la antracnosis en las plantaciones de guanábana.
- ✓ La aplicación de los microorganismos rizosféricos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, reducen la severidad de la antracnosis en las plantaciones de guanábana
- ✓ La eficacia de control de los productos microbiológicos a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* tienen un efecto positivo sobre la antracnosis en plantaciones de guanábana *Annona muricata* L.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Microorganismos rizosféricos.

2.5.2. Variable dependiente

Control de la antracnosis.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Escala de medida	Instrumento	
Microorganismos rizados	Dosis	T1 = Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l	ml	Probeta	
		T2 = Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 10 g/l	g	Balanza de precisión	
		T3=Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l + Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 10 g/l	ml y g	Probeta y balanza de precisión	
		T4=Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 25 ml/l + Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 5 gr/l	ml y g	Probeta y balanza de precisión	
		T5 = Testigo			
Variable dependiente	Control de la antracnosis	Incidencia	Porcentaje de incidencia inicial	%	Calculadora
			Porcentaje de incidencia a los 60 días	%	Calculadora
			Porcentaje de incidencia a los 90 días	%	Calculadora
			Porcentaje de incidencia a los 120 días	%	Calculadora
		Severidad	Porcentaje de severidad inicial	%	Calculadora
			Porcentaje de severidad a los 60 días	%	Calculadora
			Porcentaje de severidad a los 90 días	%	Calculadora
			Porcentaje de severidad a los 120 días	%	Calculadora
	Eficacia del producto	Eficacia	Evaluación de controladores	%	Formula de Henderson

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo aplicada.

3.2. Nivel de investigación

Es de nivel de investigación experimental.

3.3. Métodos de investigación

Esta investigación pertenece al método Inductivo – Deductivo.

3.4. Diseño de investigación

3.4.1. Diseño experimental

El diseño experimental es Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos, incluyendo al testigo, y tres repeticiones.

a) Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es una observación cualquiera

μ = Media poblacional

T_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

β_i = Efecto del bloque j

E_{ij} = Error experimental

b) Análisis de variancia de plantas de guanábano en campo definitivo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	4					
Bloque	2					
Error	8					
Total	14					
s =			\bar{x} =			C.V.=

De existir diferencias significativas en el ANVA, se realizará la Prueba de Significación de Tukey ($\alpha = 0.5$) para clasificar los tratamientos.

3.4.2. Croquis de campo

a. Del campo experimental

Número de repeticiones : 3

Número de tratamientos : 5

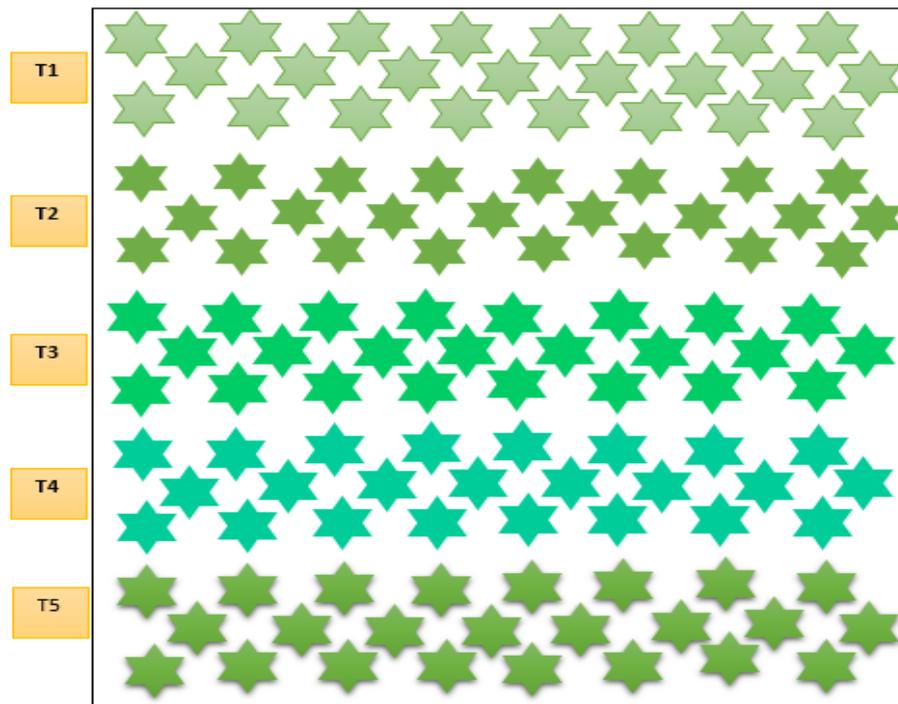
Distanciamiento entre plantas : 6 x 6

Área por tratamiento : 432 m²

Área de bloques : 144 m²

Área experimental : 2160 m

Figura 2. *Croquis del experimento*



b. Manejo del experimento

b.1. Características agronómicas del campo experimental.

Las unidades experimentales se instalaron en una plantación de 0.22 has de guanábana de 5 años de edad, instaladas con un distanciamiento de 6 m x 6 m. El suelo muestra una textura franco arcillosa, de buen drenaje y alta materia orgánica. La fertilización que realiza 4 kilos/planta de compost y 20-20-20 (N-P₂O₅-K₂O).

b.2. Aplicaciones de los productos microbiológicos durante el ensayo

Los microorganismos rizosféricos fueron aplicados en diferentes dosis para determinar su efectividad del producto, tomando en cuenta algunas referencias bibliográficas y el protocolo de ensayos de eficacia de plaguicidas.

Las aplicaciones de los tratamientos fueron realizadas con bomba de mochila manual cada 7 días por dos meses setiembre y octubre.

Para cada tratamiento se aplicó 300 ml/planta de microorganismos rizosféricos diluidos en agua. Por otra parte, sugieren Daivasikamani & Rajanaika, (2009) y Haddad et al., (2009), usar un corrector de pH o ablandador si fuera necesario (Hoja Divulgativa N° 8, SENASA, 2001) indica que, un óptimo pH de 7.0 es óptimo para bacterias y la dureza del agua debe ser menor o igual a 150 ppm). En nuestro estudio utilizaremos un adherente, emulsificador y humectante en una concentración de 2.5 ml/l. Para el caso de las bacterias se agregarán 5 ml/l de una solución de benzoato de sodio al 1% como preservante. Opcionalmente, se añadirá 5 ml/l de aceite agrícola para el caso de los hongos.

3.5. Población y muestra

Nuestra población de estudio corresponde a un lote de 60 plantas de guanábana del ecotipo colombiana en el Anexo 14 San Ramón (cinco tratamientos con tres repeticiones), con síntomas iniciales de la enfermedad, con densidad de plantación y calidad de suelos similares y técnicas de manejo estandarizadas. Cada tratamiento estuvo constituido por 12 plantas de guanábana con un distanciamiento de 6 m x 6 m. Cada tratamiento y cada repetición estuvieron separados por una hilera de plantas, para reducir el efecto de borde.

La muestra corresponde a doce plantas por unidad experimental, elegidas al azar para la evaluación de incidencia.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación
- Análisis documental

Se realizaron las evaluaciones de la incidencia y severidad de la antracnosis en los plantones de guanábana a los 0, 60, 90 y 120 días de aplicación de los microorganismos rizosféricos. Todos los datos obtenidos se

registraron en las cartillas de evaluación y posteriormente se pasó al sistema inFostat para su respectivo análisis. También se obtuvo información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del SENAMHI a fin de analizar los datos climatológicos.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se realizó el análisis del trabajo de investigación para poder validar el instrumento de colección de datos; asimismo se seleccionaron las variables que nos permitieron obtener resultados que dieron respuesta al efecto de los microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis en los tratamientos en estudio. Se realizó la evaluación visual por una sola persona para evitar las variaciones en la lectura de los datos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico InFostat.

3.9. Tratamientos Estadísticos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación, se realizó mediante el análisis de varianza y para la clasificación de tratamientos se realizó utilizando la prueba de significación de Tukey al 5%.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Por su naturaleza, el proyecto no daña el medio ambiente y al ser humano, asimismo estos productos biológicos se utilizan como preventivos en el control de muchas enfermedades en cultivos de importancia económica.

Por otra parte, la ejecución del trabajo de investigación sirve como referencia para otras investigaciones en el efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis en plantaciones de guanábana en selva central, los involucrados en el trabajo de investigación, damos fe que el trabajo de tesis fue desarrollado siguiendo los valores éticos del investigador y lo que se obtuvo en los resultados en el presente documento son datos reales de la evaluación desarrollada en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.4.1. Lugar de ejecución

Se realizó en el Anexo 14 del distrito San Ramón de la provincia de Chanchamayo en la Estación Experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Figura 3. Mapa Satelital de la parcela experimental en el Anexo 14



a. Ubicación política

- Región : Junín.
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : San Ramón
- Anexo : 14

b. Ubicación Geográfica

- Altitud : 820 msnm.
- Latitud sur : 11°07'26"
- Longitud norte : 75°21'35"

4.4.2. Materiales y equipos

a. Materiales de campo

- ✓ Tablero
- ✓ Fichas de datos
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Chafle o machete
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Etiquetas
- ✓ Rafia
- ✓ Parafilm
- ✓ Pintura
- ✓ Brocha

b. Materiales de escritorio

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Papel bond de 75 g.
- ✓ Lápiz
- ✓ Lapicero
- ✓ Tablero de madera
- ✓ Resaltador

- ✓ USB
- ✓ Plumones

c. Equipos

- ✓ Laptop
- ✓ Cámara digital
- ✓ Mochila asperjadora

d. Insumos

- ✓ Trichodermina (*Trichoderma harzianum*)
- ✓ Biobac (*Bacillus subtilis*)

4.4.3. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Composición
T1	Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l
T2	Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 10 g/l
T3	Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 35 ml/l + Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 10 g/l
T4	Biobac (<i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml), Dosis: 25 ml/l + Trichodermina (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g), Dosis: 5 gr/l
T5	Testigo

4.4.4. Evaluación de las variables

Porcentaje de incidencia: Para los efectos de cálculos de los porcentajes de incidencia se evaluaron en hojas y el número de plantas afectadas con antracnosis, Se realizaron las aplicaciones cada 7 días, en total 4 aplicaciones (400 ml por planta de la solución).

Se empleó la siguiente fórmula matemática:

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número total de plantas observadas}} \times 100$$

Número total de plantas observadas

Tabla 1. Grados de incidencia de la antracnosis en el guanábano según el porcentaje de infección del follaje

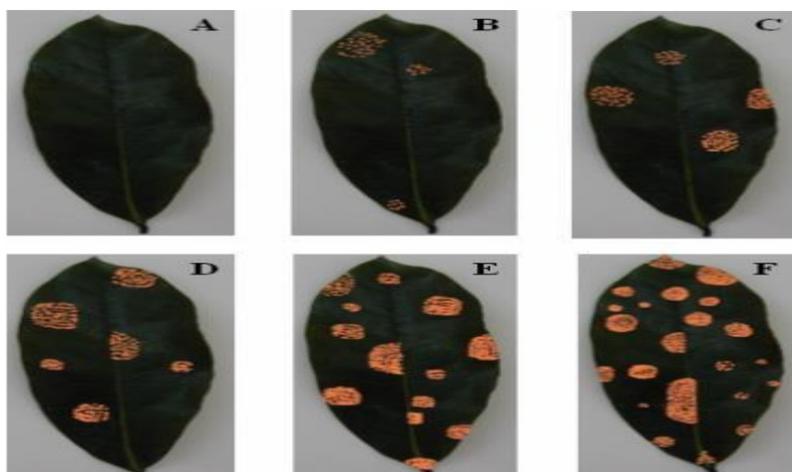
0	1	2	3	4	5
Planta sana	Infestación en 3% del follaje.	Infestación en 10% del follaje.	Infestación en 30% del follaje.	Infestación en 60% del follaje.	Defoliación

Porcentaje de severidad: Se aplicó escala de daño sobre hojas como la modificada por Lizarazo, et al. (2005).

Tabla 2. Escala de cuantificación de infecciones latentes de *Colletotrichum* spp. sobre la lámina foliar de guanábana

Nivel	Porcentaje de infecciones latentes en hojas
0	0
1	1 – 20
2	21 – 40
3	41 – 60
4	61 – 80
5	81 – 100

Figura 4. Escala para cuantificación sobre la lámina foliar



Fuente: Lizarazo (2005)

Escalas de evaluación:

1= 0 % no hay presencia de la enfermedad en la hoja. (Figura A)

2= 20 % consideras cuando presentan 3 manchas por hoja (Figura B)

3=40 % considerar cuando hay en la hoja 4 manchas en la hoja (Figura C)

4=60% considerar cuando en las hojas hay 6 machas en las hojas (Figura D)

5=80 % Considerar la figura E esa cantidad de manchas en las hojas.

6= 100% Considerar la figura F.

Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC): Se realizó el análisis del área bajo la curva de progreso de la enfermedad se calculó en base a la incidencia de cada evaluación. Según Shaner y Finley (1977) el área bajo la curva de progreso de la enfermedad fue calculada con la siguiente fórmula:

$$AUDPC = \sum_{i=0}^n \left[\frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} \times (T_{i+1} - T_i) \right]$$

Y_i = Proporción de la enfermedad en la i -ésima observación.

T_i = Tiempo (días) de la i -ésima observación y,

n = Número total de observaciones.

Eficacia de los controladores biológicos: Con los datos de incidencia se calculó la eficacia de los controladores, utilizando la fórmula de Henderson y Tilton (1955):

$$Eficacia = \left\{ 1 - \left[\frac{C_a \times T_d}{C_d \times T_a} \right] \right\} \times 100$$

C_a = Control o testigo antes de aplicar el controlador biológico.

C_d = Control o testigo después de aplicar el controlador biológico.

T_a = Tratamiento antes de aplicar el controlador biológico.

T_d = Tratamiento después de aplicar el controlador biológico.

4.4.5. Registros Meteorológicos

Los datos meteorológicos para el presente trabajo de investigación se obtuvieron del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de la estación Meteorológica Co - San Ramón.

Tabla 3. Datos meteorológicos registrados en la estación metrológica Co - San Ramón (noviembre del 2021 – abril del 2022)

Meses	T° Máx.	T° Min	H. R	PP (mm)
Noviembre	26.57	23.86	79.29	314.00
Diciembre	26.79	24.28	73.84	466.00
Enero	26.22	25.30	61.54	516.00
Febrero	25.83	24.55	78.08	488.00
Marzo	25.33	23.98	78.27	353.00
Abril	26.14	24.65	74.50	195.00
Total	156.88	146.63	445.52	2332.00
Promedio	26.15	24.44	74.25	388.67

Fuente: SENAMHI (2022)

En el tabla 3, podemos observar que las características climáticas del campo experimental de la E.E de la Universidad Nacional del Centro del Perú, localizado en el Anexo 14 - San Ramón, tiene una temperatura media de 24.44 °C; una precipitación promedia de 388.67 mm y una humedad relativa de 74.25% durante los meses de ejecución de la investigación; para que se presente la antracnosis con mayor severidad durante el período de lluvias, debe presentar temperaturas máximas de 31 °C y mínimas de 24 °C y con valores de humedad relativa superiores al 90 %, los conidios son la fuente principal de inóculo, que se adhieren a las células epidermales y tricomas, siendo liberados solamente cuando el acérvulo o la masa de conidios está en contacto con el

agua, ya que tanto las gotas de lluvia como del rocío, salpica y dispersa siendo diseminados por insectos o herramientas de cultivo (Orozco *et al.*, 2006).

4.4.6. Análisis de suelos

Para determinar la fertilidad del suelo, se realizó el análisis físico y químico respectivo, iniciando con el muestreo de suelo en zig-zag se tomaron 10 muestras de todo el campo experimental, se homogenizó la muestra y se tomó 1 kg de acuerdo a las normas establecidas. El análisis fue realizado por el Laboratorio de suelos y fertilidad del INIA- Pichanaqui. El suelo de la parcela experimental es de textura franco arcilloso arenoso, de pH fuertemente ácido (5.4); por lo que, se realizó el encalamiento, materia orgánica medio (2.79%), nitrógeno total medio (0.14%), fósforo disponible medio (8.46 ppm), potasio alto (256.89 ppm), calcio bajo (5.13), magnesio bajo (2.12). Por lo tanto, la fertilidad de suelo es bajo en algunos elementos siendo necesario el abonamiento del suelo. Álvarez (1996) reporta valores nutrimentales de N: 2.27%; P: 0.30%; K: 2.03%; Ca: 1.86%; Mg: 0.28%; Na: 0.06 mg kg⁻¹; Fe: 219 mg kg⁻¹; Mn: 68 mg kg⁻¹; Cu: 29 mg kg⁻¹ y Zn: 32 mg kg⁻¹, considerando que son adecuados, es decir, para que el cultivo esté bien abastecido por el suelo y tenga un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas de guanábana.

4.4.7. Labores culturales

Las labores culturales de deshierbos fueron realizados cada mes y en época de lluvia cada 15 días.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Porcentaje de incidencia antes de la aplicación con microorganismos rizosféricos

Tabla 4. *Análisis de varianza de incidencia antes de la aplicación de los microorganismos rizosféricos*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	32.34	8.09	3.03	3.84	7.01	ns
Bloques	2	3.24	1.62	0.61	4.46	8.65	ns
Error	8	21.34	2.67				
Total	14	56.93					
S = 1.63			X̄. = 16.98			C.V. = 9.37%	

En la tabla 4, del análisis de varianza para porcentaje de incidencia, evaluación realizada antes de aplicar los microorganismos rizosféricos para el control de la antracnosis en plantas de guanábana de 5 años; se observa que, en la fuente de tratamientos y bloques no hay diferencia estadística significativa (ns), lo nos indica que, todos los tratamientos tienen medias iguales en las evaluaciones iniciales de la enfermedad.

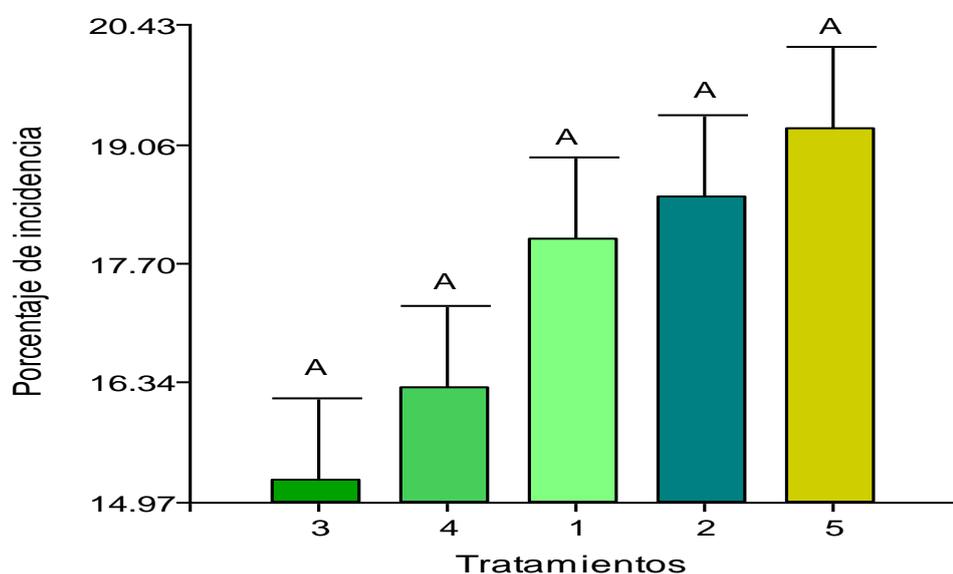
Es considerado según Calzada Benza (1970), como un coeficiente excelente, con 9.37% lo que nos indica que; el porcentaje de incidencia antes de las aplicaciones de microorganismos rizosféricos, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo con un promedio de 16.98% y con desviación estándar de 1.63.

Tabla 5. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 0 días antes de la aplicación de microorganismos rizosféricos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l)	15.22	A
2	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 5 g/l)	16.29	A
3	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l)	17.97	A
4	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 gr/l)	18.45	A
5	T5 (Testigo)	19.24	A

DLS (T) 0.05 = 4.60

Figura 5. Porcentaje de incidencia antes de la aplicación de microorganismos rizosféricos (%)



En la tabla 5 y figura 5, de acuerdo a la prueba de significación estadística de los promedios Tukey al 5%, para porcentaje de incidencia de antracnosis antes de las aplicaciones con microorganismos rizosféricos en la primera evaluación, se observa la presencia de 1 categoría "A" conformado por el tratamiento T3, T4, T1, T2 y T5 (Testigo) con promedios de 15.22%, 16.29%,

17.97%, 18.45% y 19.24% de incidencia de antracnosis, las condiciones ambientales favoreció para el desarrollo de la enfermedad.

4.2.2. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación

Tabla 6. *Análisis de varianza de porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	144.73	36.18	6.54	3.84	7.01	*
Bloques	2	34.5	17.25	3.12	4.46	8.65	ns
Error	8	44.28	5.53				
Total	14	223.51					
S = 2.35		X̄. = 13.33		C.V. = 17.65%			

En la tabla 6, se muestra en el análisis de varianza para porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación en el cultivo de guanábana de 5 años de edad; que la variación en la fuente de tratamientos muestra significación estadística (*) y en bloques no existe diferencia estadística significativa (ns), entre los tratamientos en estudio. La no significación estadística en fuente de bloques nos indica que, el porcentaje de incidencia es homogéneo entre bloques y para tratamientos hay diferencia estadística significativa, es decir tienen efecto los tratamientos con microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis.

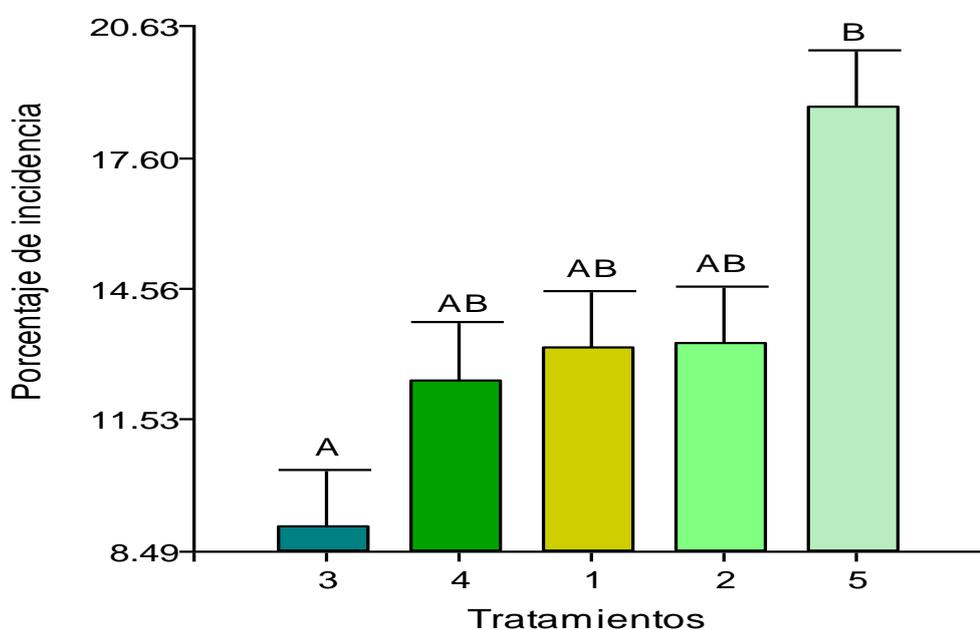
El coeficiente de variabilidad de 17,65%, es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente bueno, lo que nos indica que el porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación, dentro de cada tratamiento es homogéneo con un promedio de porcentaje de incidencia de 13.33%, con desviación estándar de 2.35.

Tabla 7. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l)	9.05	A
2	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 g/l)	12.45	A B
3	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l)	13.17	A B
4	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l)	13.28	A B
5	T5 (Testigo)	18.75	B

DLS (T) 0.05 = 6.64

Figura 6. Porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación



En la tabla 7 y figura 6, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de incidencia a los 60 días de evaluación, se observa 3 categorías, la categoría "A" para el tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml,

Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l), la categoría “AB” para T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 5 g/l), T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l) y T2 (*Trichodermina harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l), la categoría “B” para el tratamiento T5 (Testigo) que obtuvo mayor porcentaje de incidencia en comparación a los tratamientos en estudio. El tratamiento T3 obtuvo menor porcentaje de incidencia con 9.05% observándose el efecto de *Bacillus subtilis* a una dosis de 35 ml/l y *Trichodermina harzianum* 10 g/l en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz). Hilario (2018) menciona que, el antagonista de *T. harzianum* controla mejor a la antracnosis presentado menos incidencia y severidad; por ende, la planta presenta mejor crecimiento y desarrollo, además Ramírez (2000) reporta que, el control biológico de los patógenos es generalmente muy específico y usa organismos que atacan o interfieren con patógenos específicos.

4.2.3. Porcentaje de Incidencia a los 90 días de evaluación

Tabla 8. Análisis de varianza de porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	291.52	72.88	70.52	3.84	7.01	**
Bloques	2	10.29	5.14	4.98	4.46	8.65	*
Error	8	8.27	1.03				
Total	14	310.07					
S = 1.01		X̄ = 9.39		C.V. = 10.83%			

En la tabla 8, se muestra en el análisis de varianza para porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación en el cultivo de guanábana de 5 años de edad; que la variación en la fuente de tratamientos muestra alta significación

estadística (**) y en bloques existe diferencia estadística significativa (*), entre los tratamientos en estudio. La significación estadística en fuente de bloques nos indica que, el porcentaje de incidencia es diferente entre bloques y para tratamientos hay alta diferencia estadística significativa, es decir tienen efecto los tratamientos con microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis.

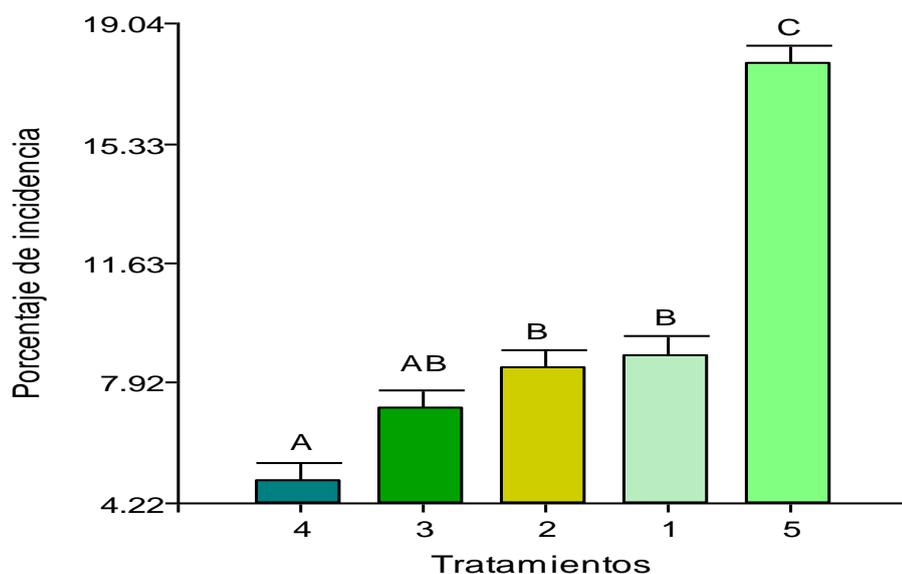
El coeficiente de variabilidad de 10,83%, es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente excelente, lo que nos indica que, el porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo con un promedio de porcentaje de incidencia, de 9.39%, con desviación estándar de 1.01.

Tabla 9. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 5 g/l)	4.89	A
2	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l)	7.13	A B
3	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l)	8.36	B
4	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l)	8.77	B
5	T5 (Testigo)	17.78	C

DLS (T) 0.05 = 2.86

Figura 7. Porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación



En la tabla 9 y figura 7, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de incidencia a los 90 días de evaluación, se observa 4 categorías, la categoría "A" para el tratamiento T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 5 gr/L), la categoría "AB" para el tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr, Dosis: 10 g/l), la categoría "B", tratamientos T2 (*Trichodermina harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 10 g/l) y T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l) y la categoría "C" para el tratamiento T5 (Testigo) con 17.68% que obtuvo mayor porcentaje de incidencia en comparación a los tratamientos en estudio.

4.2.4. Porcentaje de Incidencia a los 120 días de evaluación

Tabla 10. Análisis de varianza de incidencia a los 120 días

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	374.99	93.75	200.13	3.84	7.01	**
Bloques	2	8.71	4.36	9.3	4.46	8.65	*
Error	8	3.75	0.47				
Total	14	387.45					
S = 0.69		X̄. = 8.47		C.V. = 8.08%			

En la tabla 10, se muestra en el análisis de varianza para porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación en el cultivo de guanábana de 5 años de edad; que la variación en la fuente de tratamientos muestra alta significación estadística (**) y para bloques existe alta diferencia estadística significativa (**). La significación estadística en fuente de bloques nos indica que, el porcentaje de incidencia es diferente entre los bloques y para tratamientos hay alta diferencia estadística significativa, es decir tienen efecto los tratamientos con microorganismos rizosféricos a diferentes dosis en el control de la antracnosis.

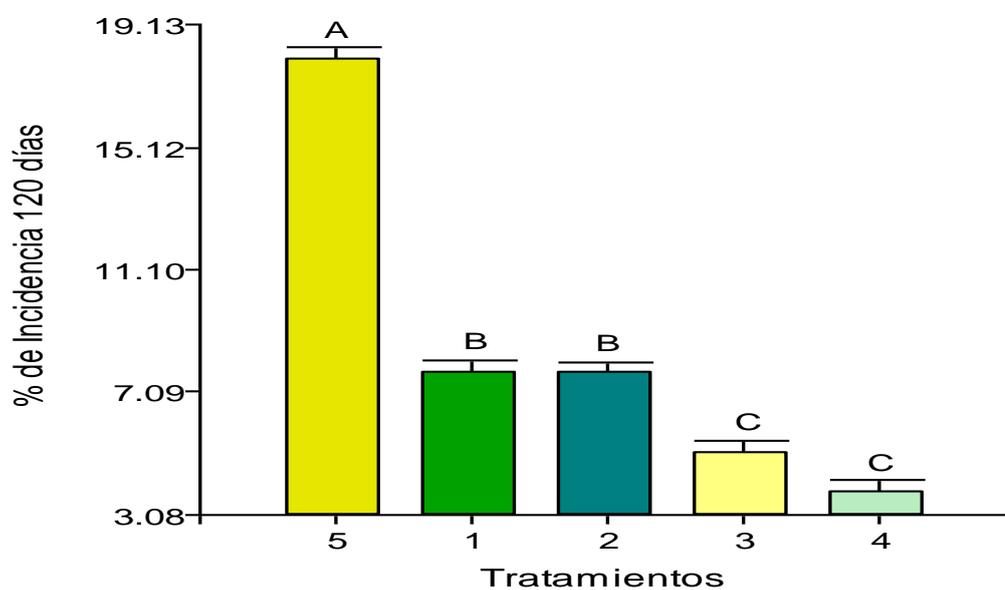
El coeficiente de variabilidad de 8.08%, es considerado según Calzada Benza (1970) como coeficiente excelente, lo que nos indica que, el porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo con un promedio de porcentaje de incidencia, de 8.47%, con desviación estándar de 0.69.

Tabla 11. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de incidencia a los 120 días

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 g/l)	3.81	A
2	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l)	5.11	A
3	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l)	7.70	B
4	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l)	7.74	B
5	T5 (Testigo)	18.00	C

DLS (T) 0.05 = 1.93

Figura 8. Porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación



En la tabla 11 y figura 8, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de incidencia a los 120 días de evaluación, se observa 3 categorías, la categoría "A" para el tratamiento T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis:

5 gr/l) y tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l), la categoría “B”, tratamientos T2 (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l) y T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l) y la categoría “C” para el tratamiento T5 (Testigo) con 18% que obtuvo mayor porcentaje de incidencia en comparación a los tratamientos en estudio.

4.2.5. Porcentaje de severidad antes de las aplicaciones con microorganismos rizosféricos

Tabla 12. Análisis de varianza porcentaje de severidad antes de las aplicaciones con los microorganismos rizosféricos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	13.53	3.38	2.08	3.84	7.01	ns
Bloques	2	1.34	0.67	0.41	4.46	8.65	ns
Error	8	13	1.62				
Total	14	27.87					
S = 1.27		X. = 12.96		C.V. = 9.83%			

En la tabla 12, del análisis de varianza para porcentaje de severidad, a los 0 días de evaluación antes de aplicar los microorganismos rizosféricos para el control de la antracnosis en plantas de guanábana de 5 años; se observa que, en la fuente de tratamientos y bloques no hay diferencia estadística significativa (ns), lo nos indica que, todos los tratamientos tienen medias iguales en las evaluaciones iniciales de la enfermedad.

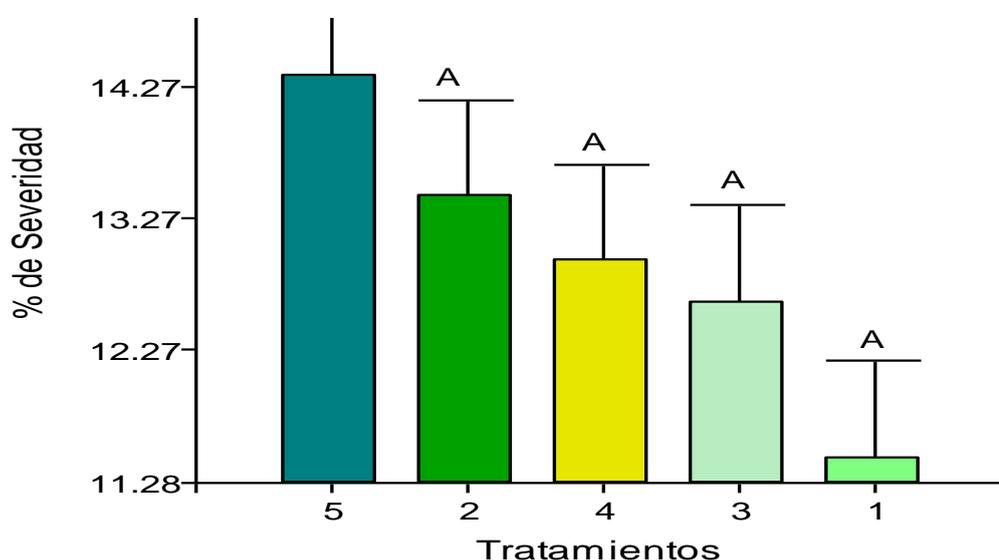
Es considerado según Calzada Benza (1970), con un coeficiente excelente, con 9.83% lo que nos indica que; el porcentaje de severidad antes de las aplicaciones con microorganismos rizosféricos, dentro de cada tratamiento es muy homogéneo con un promedio de 12.96% y con desviación estándar de 1.27.

Tabla 13. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad antes de la aplicación con los microorganismos rizosféricos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L)	11.46	A
2	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	12.64	A
3	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 gr/L)	12.94	A
4	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	13.43	A
5	T5 (Testigo)	14.35	A

DLS (T) 0.05 = 3.59

Figura 9. Porcentaje de severidad a los 0 días de evaluación



En la tabla 13 y figura 9, se muestra en el análisis de varianza para porcentaje de severidad antes de aplicar los microorganismos rizosféricos en el cultivo de guanábana de 5 años de edad; que la variación en la fuente de tratamientos muestra alta significación estadística (**) y en bloques no existe

diferencia estadística significativa (ns), entre los bloques no hay diferencia en el promedio de porcentaje de severidad. La significación estadística para fuente de tratamientos hay alta diferencia estadística significativa, es decir tienen efecto los microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis en los tratamientos en estudio.

4.2.6. Porcentaje de severidad a los 60 días de evaluación

Tabla 14. *Análisis de varianza a los 60 días después de la aplicación de microorganismos rizosféricos*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	650.93	1162.73	47.17	3.84	7.01	**
Bloques	2	9.88	4.94	1.43	4.46	8.65	ns
Error	8	27.6	3.45				
Total	14	688.42					
S = 1.86			X̄. = 6.95			C.V. = 26.73%	

En la tabla 14, del análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 60 días después de la aplicación de microorganismos rizosféricos, se observa que, en el análisis de varianza para la fuente de tratamientos, existe alta diferencia estadística significativa (**) y para bloques no presenta diferencia significativa (ns).

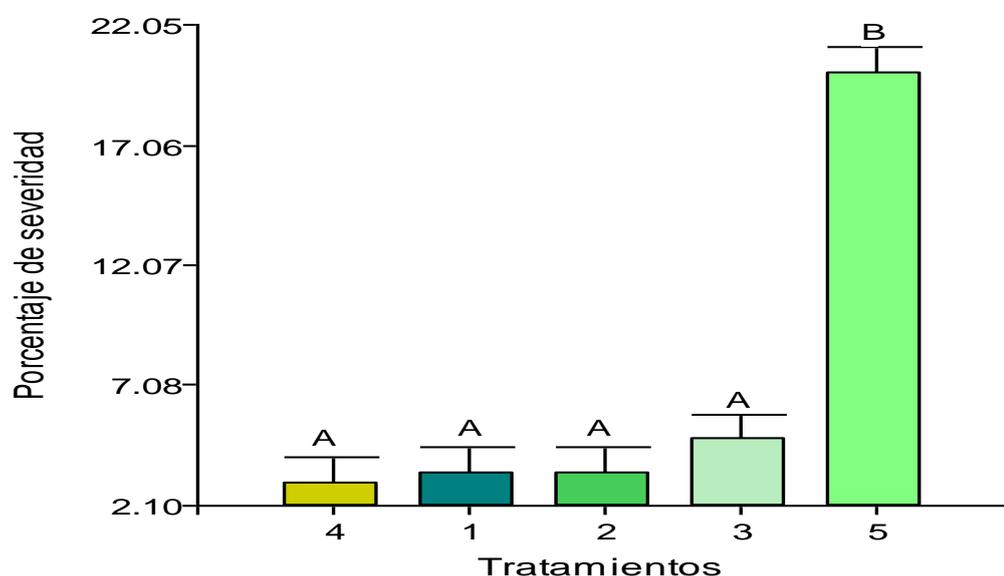
El promedio para porcentaje de severidad a los 60 días; el coeficiente de variabilidad es 26.73%, es considerado según Calzada Benza (1970), como coeficiente malo, esta magnitud no es aceptable para conferir validez a los resultados; asimismo nos indica que, el porcentaje de severidad dentro de cada tratamiento tiene tendencia a ser heterogéneo, con un promedio de 6.95 con desviación estándar de 1.86.

Tabla 15. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de severidad a los 60 días después de la aplicación con microorganismos rizosféricos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l)	3.00	A
2	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 g/l)	3.42	A
3	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l)	3.43	A
4	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l)	4.83	A
5	T5 (Testigo)	20.07	B

DLS (T) 0.05 = 5.23

Figura 10. Porcentaje de severidad a los 60 días de evaluación



En la tabla 15 y figura 10, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de severidad antes de la aplicación de los microorganismos rizosféricos, se observa 2 categorías, la categoría "A" para los tratamientos T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum*

1x10⁹ esporas/g, Dosis: 5 g/l), T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l), T2 (*Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/gr, Dosis: 10 g/l) y T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l), la categoría “B” el tratamiento T5 (Testigo) con 20.07% que obtuvo mayor porcentaje de severidad en comparación a los tratamientos en estudio.

4.2.7. Porcentaje de severidad a los 90 días de evaluación

Tabla 16. Análisis de varianza del porcentaje de severidad a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	641.66	160.42	58.03	3.84	7.01	**
Bloques	2	4.54	2.27	0.82	4.46	8.65	ns
Error	8	22.12	2.76				
Total	14	668.32					
S = 1.66			X̄. = 6.58			C.V. = 25.27%	

En la tabla 16, del análisis de varianza para la variable porcentaje de severidad a los 60 días después de la aplicación de microorganismos rizosféricos, se observa que, en el análisis de varianza para la fuente de tratamientos, existe alta diferencia estadística significativa (**) y para bloques no presenta diferencia significativa (ns).

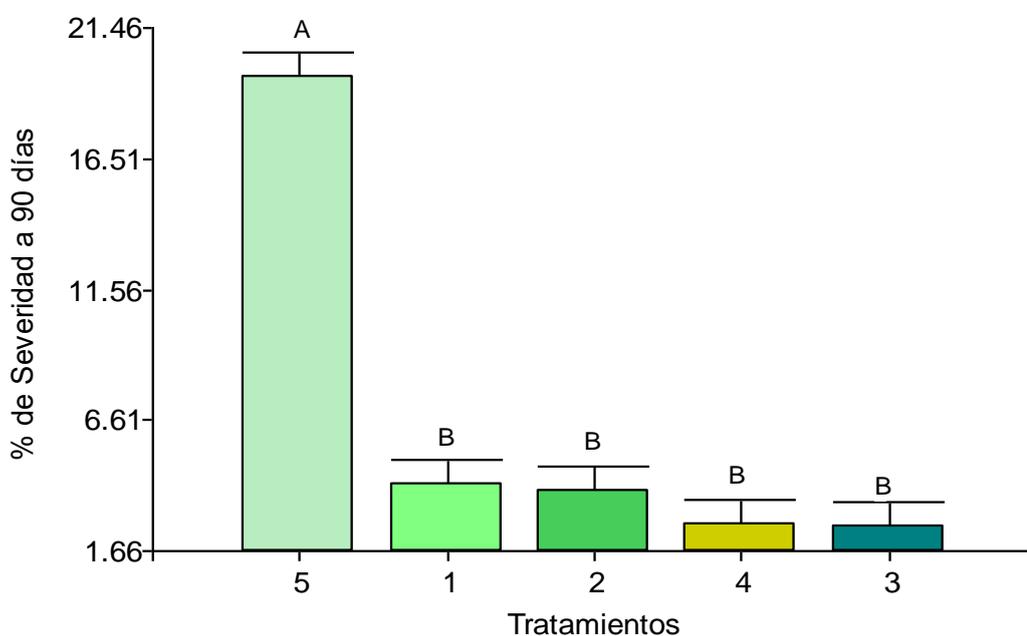
El promedio para porcentaje de severidad a los 90 días; el coeficiente de variabilidad es 25.27%, es considerado, según Calzada Benza (1970), como coeficiente regular; asimismo nos indica que, el porcentaje de severidad dentro de cada tratamiento es con tendencia a ser heterogéneo, con un promedio de 6.58 con desviación estándar de 1.66.

Tabla 17. Prueba de significación de Tukey para porcentaje de severidad a los 90 días después de la aplicación con los microorganismos rizosféricos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T5 (Testigo)	19.60	A
2	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L)	4.17	B
3	T2 (<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	3.91	B
4	T4 (Biobac-Bacillus subtilis 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 gr/L)	2.67	B
5	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	2.56	B

DLS (T) 0.05 = 4.69

Figura 11. Porcentaje de severidad a los 90 días de evaluación



En la tabla 17 y figura 11, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de severidad antes de la aplicación de los microorganismos rizosféricos, se observa 2 categorías, la categoría “A” para el tratamiento T5

(Testigo) con 19.65% que obtuvo mayor porcentaje de severidad en comparación a los tratamientos en estudio los tratamientos. La categoría “B” conformado por los tratamientos T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l), T2 (*Trichodermina harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l), T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 10 g/l) y T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1x10⁹ esporas/g, Dosis: 5 g/l), con promedios de 4.17, 3.91, 2.67 y 2.56% de severidad

4.2.8. Porcentaje de severidad a los 120 días de evaluación

Tabla 18. Análisis de varianza de porcentaje de severidad a los 120 días después de aplicado los microorganismos rizosféricos

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	4	807.00	201.75	295.8	3.84	7.01	**
Bloques	2	0.98	0.49	0.72	4.46	8.65	ns
Error	8	5.46	0.68				
Total	14	813.44					
S = 0.82		X̄. = 5.49		C.V. = 15.04%			

En la tabla 18, el análisis de varianza para porcentaje de severidad a los 120 días se observa que, en el análisis de variancia para la fuente de tratamientos (Microorganismos rizosféricos) existe alta diferencia estadística significativa (**) y para bloques no existe diferencia estadística (ns).

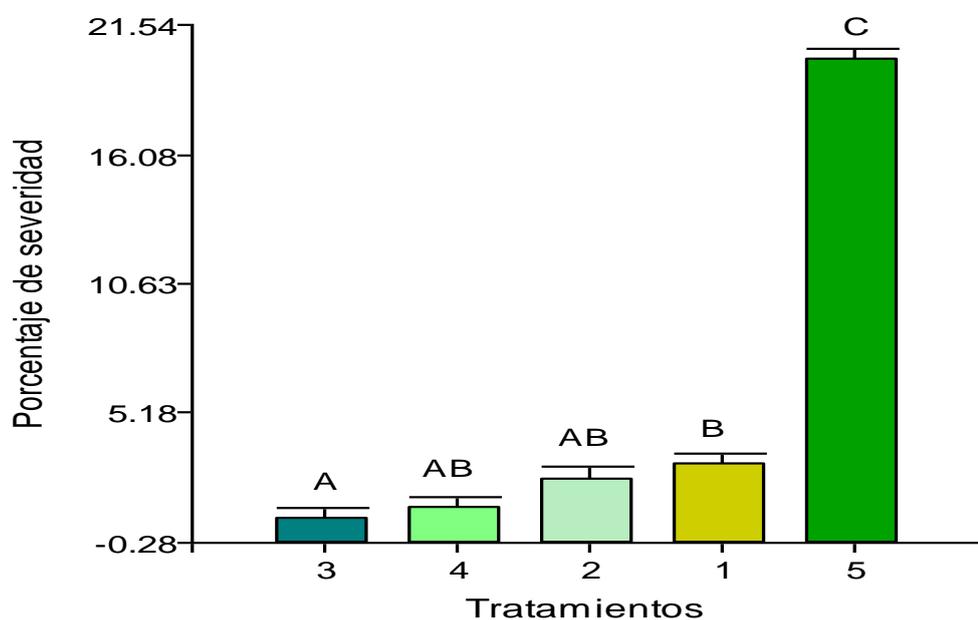
El coeficiente de variabilidad de 15.04%, es considerado, según Calzada Benza (1970), como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que, el porcentaje de severidad a los 120 días dentro de cada tratamiento es homogéneo, con un promedio de 5.49 con desviación estándar de 0.82.

Tabla 19. Prueba de significación de Tukey para tratamientos. Porcentaje de severidad a los 120 días de aplicado los microorganismos rizosféricos

OM	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T3 (Biobac - <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	0.71	A
2	T4 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 25 ml/L + <i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 5 gr/L)	1.21	A B
3	T2 (<i>Trichodermina harzianum</i> 1x10 ⁹ esporas/gr, Dosis: 10 gr/L)	2.42	A B
4	T1 (Biobac- <i>Bacillus subtilis</i> 2.8x10 ⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/L)	3.05	B
5	T5 (Testigo)	20.07	C

DLS (T) 0.05 = 2.33

Figura 12. Porcentaje de severidad a los 120 días de evaluación

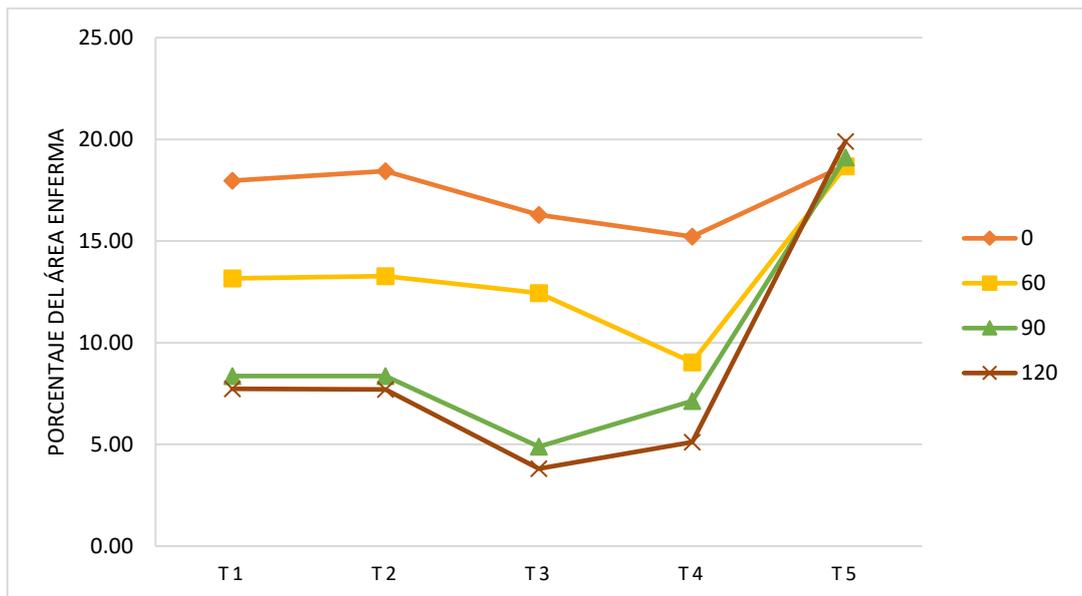


En la tabla 19 y figura 12, en la prueba de significación de Tukey al 5% para porcentaje de severidad antes de la aplicación de los microorganismos rizosféricos, se observa 3 categorías, la categoría “A” para el tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8x10⁹ UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma*

harzianum 1×10^9 esporas/gr, Dosis: 10 gr/l), categoría “AB” para los tratamientos T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 25 ml/l +*Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 5 g/l) y T2 (*Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr, Dosis: 10 g/l), categoría “B” tratamiento T1 (Biobac- *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l) y la categoría “C” el tratamiento T5 (Testigo) con 20.07% que obtuvo mayor porcentaje de severidad en comparación a los tratamientos en estudio.

4.2.9. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC)

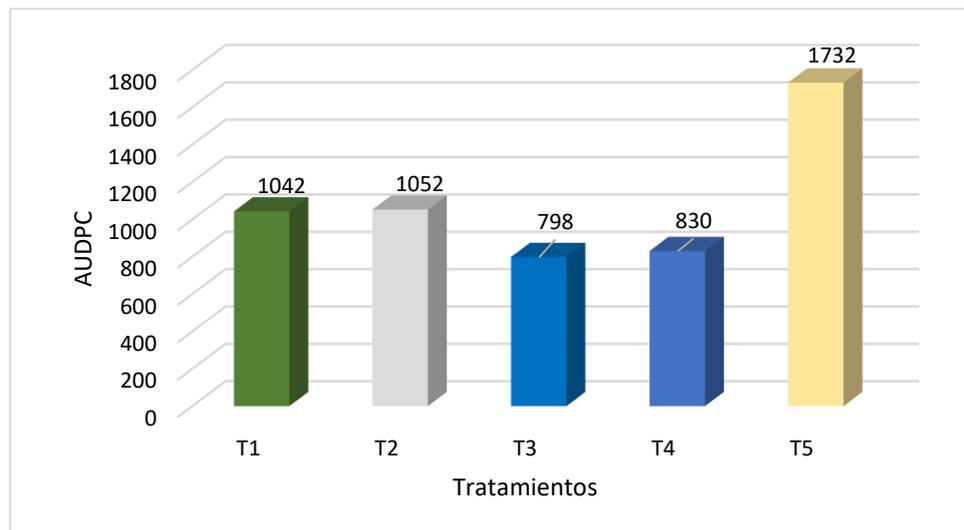
Figura 13. Porcentaje del área foliar enferma de plantas de guanábana en las cuatro evaluaciones



El porcentaje de daño del área foliar enferma afectada por la antracnosis en la variedad colombiana en plantaciones de 5 años de edad, se observa en la figura 13 en la curva de progreso de la enfermedad, a los cinco meses de evaluación (120 días), el tratamiento T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 25 ml/l +*Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 5 g/l) tuvo menor porcentaje de severidad de áreas necróticas en las hojas seguido del tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/L + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr, Dosis: 10 gr/l), con respecto al T5

testigo con mayor daño en las hojas por la antracnosis, durante los meses de febrero y marzo se registraron un mayor porcentaje de índice de incidencia de daño de 19.11% a 19.90% y entre los meses de enero a marzo se registraron un menor porcentaje de índice de incidencia de daño con mínima de 3.81% a 13.17%. Según García (2007) menciona que, los modelos epidemiológicos se sabe el comportamiento de una enfermedad a través del tiempo y espacio, porque sabiendo la dinámica de la población del patógeno, cuya descripción fundamental se muestra a través de la curva de progreso de la enfermedad, lo cual expresa la interacción del patógeno, hospedero y ambiente. Según investigaciones realizadas a nivel de laboratorio fue factible el control de la antracnosis mediante la utilización de aislamientos de *Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescense* y *Bacillus* spp., estos resultados coinciden con aislamientos por (Khetmalas et al., 1984; Lenne, 1991) reportados por Botero (1999). El control con microorganismos rizosféricos han mostrado efectos inhibidores sobre el patógeno *Colletotrichum* spp. Dávila et al., (2013) obtuvieron resultados favorables con aislamientos de actinomicetos que mostraron inhibición de 61.57% contra *Colletotrichum*. Asimismo, Li et al. (2017) mostró efectos inhibidores significativos utilizando actinomicetos en pruebas de inhibición en la cual todas las cepas exhibieron la capacidad de producir enzimas extracelulares para la degradación de la pared celular.

Figura 14. Efecto de los microorganismos rizosféricos sobre AUDPC



El efecto de las dosis de microorganismos rizosféricos sobre el parámetro AUDPC, en la figura 13, se observa claramente que los tratamientos T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 10 g/l) y el T4 (Biobac-*Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 25 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/g, Dosis: 5 g/l) presentan menor AUDPC en comparación al testigo, es decir con el testigo absoluto y los tratamientos que se utilizaron los microorganismos rizosféricos individuales presentaron los valores más altos de AUDPC. Se establecieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos con el control de microorganismos rizosféricos, obteniéndose valores de AUDPC significativamente más altos en el tratamiento control sin aplicación. Los tratamientos con *Bacillus subtilis* a la dosis de 25 y 35 ml/l y *Trichoderma harzianum* a una dosis de 5 y 10 g/l presento un efecto positivo; permitió un menor AUDPC en las plantas de guanábana de la variedad colombina de 5 años de edad. Según resultados de Hilario (2019), a nivel de vivero reporto en porcentaje de incidencia de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en ecotipos de guanábana, en el nivel a1 (ecotipo blanca) presentó menor incidencia con promedio de 53 % y, en antagonistas presentó menor incidencia los niveles b3 (*T. harzianum*) y b4 (*T. viride* y *T. harzianum*) con promedios de 44% y 56% respectivamente.

4.2.10. Eficacia de los controladores biológicos

Tabla 20. Eficacia de los controladores biológicos (Microorganismos rizosféricos)

Tratamientos	$C_a \times T_d$	$C_d \times T_a$	Eficacia
T1	139.05	0.59	41.27
T2	142.04	0.58	42.00
T4	77.82	0.57	43.47
T3	62.05	0.31	69.38

Se observa en la tabla 20 que la eficacia de los microorganismos rizosféricos de la empresa Innova Biotech SAC., el tratamiento T3 aplicando juntos *Bacillus subtilis* con 2.8×10^9 UFC/ml a dosis de 35 ml/l más *Trichoderma harzianum* con 1×10^9 esporas/g a dosis de 10 g/l, mostró 69.38% de eficacia en el control de la antracnosis en plantas de guanábana de la variedad colombiana (plantas francas provenientes de semillas), seguidamente del tratamiento T4 *Bacillus subtilis* con 2.8×10^9 UFC/ml a dosis de 25 ml/l más *Trichoderma harzianum* con 1×10^9 esporas/g a dosis de 5 g/l, mostró 43.47% de eficacia en el control de la antracnosis con respecto a los otros tratamientos que se usaron de forma individual.

4.3. Prueba de Hipótesis

Hipótesis estadística:

Ho: *Todas las medias de los tratamientos son menores o igual que la f tabular*

Ha: *Al menos una media de un tratamiento es mayor que la f tabular*

Regla de decisión:

Si $f_{cal} \leq 3.84$, se acepta la Ho, y se rechaza la Ha

Si $f_{cal} > 3.84$, se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

Variables	F cal	F tab	Decisión
Porcentaje de incidencia evaluación 0	3.03	3.84	Se rechaza la Ha
Porcentaje de incidencia a los 60 días	6.54	3.84	Se acepta la Ha
Porcentaje de incidencia a los 90 días	70.52	3.84	Se acepta la Ha
Porcentaje de incidencia a los 120 días	200.13	3.84	Se acepta la Ha
Porcentaje de severidad evaluación 0	2.08	3.84	Se rechaza la Ha
Porcentaje de severidad a los 60 días	47.17	3.84	Se acepta la Ha
Porcentaje de severidad a los 90 días	58.03	3.84	Se acepta la Ha
Porcentaje de severidad a los 120 días	295.8	3.84	Se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

La presente investigación se evaluó el efecto de microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en plantaciones de 5 años de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14 del distrito de San Ramón en la Estación Experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Mediante los análisis realizados se determinó que las variables evaluadas mostraron diferencia estadística entre los tratamientos después de realizar las aplicaciones con microorganismos rizosféricos. Los tratamientos con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* (Biobac), influyeron en el porcentaje de incidencia y severidad en el control de la antracnosis en las plantaciones de 5 años de guanábana de la variedad colombiana provenientes de semilla. El pH, que presento el suelo de la parcela experimental, fue 5.40 considerado como ácido siendo necesario realizar el encalado de la parcela con dolomita antes de la fertilización del suelo, según Miranda et al., (2001) mencionado por Hilario (2019) los suelos convenientes para la guanábana son de pH 5.5 a 6.5. La temperatura en San Ramón oscilo entre 23.86°C a 26.14 °C, con una humedad relativa máxima de 79.29% y con precipitaciones máximas de 516 mm según SENAMHI (2022). Según Orozco et. al., (2006) mencionado en Anaya (2021) reportan que las condiciones ideales para el desarrollo del hongo son en temperaturas máximas de 31 °C y mínimas de 24 °C y con valores de humedad relativa superiores al 90%, en tal sentido en las evaluaciones desarrolladas durante noviembre del 2021 a abril del 2022, la incidencia y severidad fueron bajos en comparación a otros años. En el análisis de varianza se observó que no existía diferencia significativa antes de aplicar los microorganismos rizosféricos oscilando los porcentajes de incidencia de 15.22% a 19.24%, los tratamientos que sobresalieron en incidencia fue el tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr, Dosis: 10 gr/l) con 3.81%, con un

porcentaje de severidad de 0.71% a los 120 días de evaluación, con una AUDPC de 798 y con una eficacia del producto de 69.38% en comparación al testigo que mantuvo constante el porcentaje de incidencia y severidad en las plantas de guanábana, observándose en los tratamientos un bajo porcentaje de severidad e incidencia, ya que las condiciones no fueron favorables para el desarrollo del patógeno, actuando positivamente los microorganismos rizosféricos que fueron aplicados cuatro veces como preventivo cada 7 días en condiciones ambientales favorables no lluviosas. Según Huertas et al., (2009), mencionan sobre el desarrollo fenológico de la antracnosis en plantas de mango, cuando hubo emisión de brotes, la enfermedad se incrementó de manera significativa, siendo la severidad mayor sobre brotes maduros que en brotes jóvenes, este efecto fue producido por la frecuente caída de hojas jóvenes fuertemente dañadas, mientras que el tejido infectado en brotes maduros permanece. Chuquimarca (2010) en su trabajo de investigación realizado a nivel de laboratorio utilizando los controladores biológicos en mezclas de *Trichoderma harzianum* más *Trichoderma lignorum* en las dosis de 3.75 + 3.75 y 7.5 + 7.5 cc/l de PDA hubo un antagonismo entre ellas, controlando entre 77 y 82% al hongo patógeno.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- ✓ Se determinó el efecto positivo en mezcla de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* en el control de la antracnosis, destacando el tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr) Dosis: 10 gr/l) con 3.81% de incidencia, ya que fueron realizadas las aplicaciones como preventivo con los microorganismos rizosféricos en el mes de noviembre del 2021 a una temperatura promedio de 23.86°C a 26.14 °C, con una humedad relativa máxima de 79.29%.
- ✓ El tratamiento T3 (Biobac - *Bacillus subtilis* 2.8×10^9 UFC/ml, Dosis: 35 ml/l + *Trichoderma harzianum* 1×10^9 esporas/gr) Dosis: 10 gr/l), obtuvo un porcentaje de severidad de 0.71% a los 120 días de evaluación y la curva de progreso de la enfermedad AUDPC de 798.
- ✓ Los productos Biobac y *Trichoderma harzianum* combinados muestran una eficiencia del producto de 69.38% en comparación a los demás tratamientos y al testigo absoluto, con aplicaciones preventivas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar trabajos de investigación en evaluaciones con los microorganismos rizosféricos en el control de la antracnosis a nivel de flor y frutos en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).
- ✓ Realizar la identificación de patógenos asociados a la antracnosis en el cultivo de la guanábana a nivel de las provincias de Chanchamayo y Satipo.
- ✓ Difundir a los agricultores los beneficios que tiene la guanábana para la prevención de enfermedades y el contenido nutricional en la alimentación humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. 1997. Introducción a la Fitopatología.p. 289 -302.
- Abella Montaña, Y. A. (2015). *Estudio de la incidencia de infecciones quiescentes de Colletotrichum spp., en flores y frutos de mora (rubus glaucus benth)* (Doctoral dissertation).
- Astorga Quiros, K., Meneses Montero, K., Zúñiga Vega, C., Brenes Madriz, J., & Rivera Méndez, W. (2013). Evaluacion del antagonismo de *Trichoderma* sp. y *Bacillus subtilis* contra tres patógenos del ajo. *Tecnología en Marcha vol 27, N° 2*, 82-91.0.
- Anaya-Dyck, J. M., Hernández-Oñate, M. Á., Tafolla-Arellano, J. C., Báez-Sañudo, R., Gutiérrez-Martínez, P., & Tiznado-Hernández, M. E. (2021). La cadena productiva de guanábana: una opción para el desarrollo económico en Compostela, Nayarit. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 31(57).
- Álvarez, G.F. Evaluación agronómica de frutales en once comunidades de Centla, Tabasco; bajo la influencia de lluvia ácida. (1996). 106 f. Tesis (Profesional) - Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana.
- Avilán, R. L.; Leal, P. F.; Bautista, A. D. (1989). Manual de fruticultura. Cultivo y producción. Guanábana. Caracas, Venezuela: Editorial América, C. A. Primera edición. pp. 446-469.
- Andrades, I.; Yender, F.; Labarca, J.; Ulacio, D.; Paredes, C., & Marín, Y. (2009). Evaluación de la antracosis (*Colletotrichum* sp.) en guanábana (*Annona muricata* L.) tipo gigante en el sector Moralito del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*.

- Barahona, M. (1989). La guanábana. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 50 pp.
- Botero Ospina M. J. (1999). Estudios de la interacción biológica de microorganismos relacionados con *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz Sacc, agente causal de la Antracnosis en Tomate de árbol (*Solanum betaceae* (Cav.) Sendt). Tesis para optar el grado de M. Sc. Manizales. 44 pp.
- Bernal, A.; Gato, I.; Díaz-Castellano, M.; Herreralsla, L.; Martínez, B. (2006) Empleo de cepas de bacterias antagonistas en el control de *Stemphylium solani* Webber en tomate bajo cultivo protegido. Santa Clara, Cuba. Centro Agrícola. 33(3): 37-40 pp
- Betancourt Aranguré, A. (2019). Agente causal de antracnosis en inflorescencias de guanábana (*Annona muricata* L.) en Nayarit, México y alternativas de control in vitro.
- Calzada Benza, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación* (No. 519.5 C32 1970).
- Chuquimarca, I. (2010). Evaluación En El Laboratorio Del Comportamiento De Cuatro Fungicidas Biológicos Para El Control De Antracnosis (*Colletotrichum Gloeosporioides* Desmazieres Y Montagne) En Tomate De Árbol (*Solanum Betaceum*). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. disponible en URL: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3039/1/tag286.pdf> [consulta 08 de septiembre de 2016].
- Cruz, J.; Torres, L.; Delgado, M.; Domínguez, M.; Martínez, P. y Franco, M. (2002). El guanábano: Agronomía y usos de frutales tropicales. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, México. 117 p.
- Cambero Ayón, C. B. (2018). Agentes causales de la pudrición de fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) en Nayarit, México y su control biológico in vitro.

- Carrión, A. R., Santos, A. D., Isla, L. H., & Santana, R. C. (2011). Utilización de antagonistas como una alternativa ecológica en el control de enfermedades foliares en tomate. *Centro Agrícola*, 38(3), 37-43.
- Dávila, M., Gallegos, G., Hernández F. Ochoa. Y. M. y Flores, A. (2013). Actinomicetos antagónicos contra hongos fitopatógenos de importancia agrícola. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 4 (8): 1187-1196. 66 pp.
- Escobar, T. (1987). Aspectos generales sobre el guanábano, (*Annona muricata* L.). En: ASIAVA. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Secretaría de Agricultura y Fomento del Valle del Cauca. Feriva Ltda. Cali, Colombia. p. 79-98.
- Esquivel, G. L., Aranguré, A. B., Campos, O. C., Velasco, C. R., Crespo, E. C., & Ayón, C. C. (2019). Evaluación in vitro de microorganismos antagonistas y fungicidas contra *Colletotrichum theobromicola* Delacr, causante de antracnosis en inflorescencias de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Bio Ciencias*, 6, 13.
- Gutiérrez, A. G., Gutiérrez, A. O., Zavaleta M. O., Delgadillo S. F. 2003. Evaluación in vitro de Agentes Biológicos y Físicos para el Control de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. *Revista Mexicana de Fitopatología*. ISSN: 0185-3309. Volumen 21, Número 2, 2003. p. 200-202.
- García Hernández, G. (2007). Incidencia y severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*, (Penz) y (*Fumagina Capnodium mangiferae* (P. Henn Earie) en el cultivo del mango en el Municipio de Cuajinicuilapa en la Costa Chica de Guerrero.
- Hilario, R. Y. (2019). Control biológico de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en tres ecotipos de guanábana (*Annona muricata* L.) en condiciones de vivero en el distrito de Chanchamayo. Para optar el grado de maestro de ciencias agrícolas en mención Cultivos Tropicales en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Huerta-Palacios, G., Holguín-Meléndez, F., Benítez-Camilo, F. A., & Toledo-Arreola, J. (2009). Epidemiología de la antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.] en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo en el Soconusco, Chiapas, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 27(2), 93-105.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2009). Segundo informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura – SUDIRGEB. Lima -Perú. p. 37-39.
- Li, Y., He., F., Lai, H. y Xue, Q. (2017). Mechanism of in vitro antagonismo f phytopathogenic *Scelrotium rolfsii* by actinomycetes. *European Journal of Plant Pathology* 81: 167-170.
- Mejía, J. A.; Saavedra, O. R.; Caicedo, A. A. (2002). Caracterización molecular y agromorfológica de la variabilidad genética nativa de guanábana (*Annona muricata* L.) y especies de anonáceas relacionadas. Informe final del proyecto.
- Méndez, J. C., Bertsch, F., & Castro, O. (2013). Efecto de la aplicación de los fungicidas propineb y mancozeb sobre el estado nutricional de plántulas de banano en medio hidropónico. *Agronomía Costarricense*, 37(1), 07-22.
- MINAGRI. (2017). Anuario estadístico de la producción estadístico y ganadera 2016. Sistema integrado de estadística agraria. Perú. 156 p.
- MINAGRI. (2020). Estadístico de la producción agrícola estadístico. Perú. Obtenido de: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/558835-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2020>.
- Orozco, S. M., Medina, U. V. M., Robles, G. M., Orozco, R. J., Pérez, Z. O., Velázquez, M. J. J., Timmer, L. W. y Guzmán, G. S. (2006). Biología y manejo integrado de antracnosis del limón mexicano en el trópico seco de México.

- SAGARPA, INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomán. Folleto Técnico Núm. 2. 73p.
- Santander, P. A. (2013). Uso de *Trichoderma harzianum* Rifai y *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en mango (*Mangifera indica* L.), Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Central de Venezuela.
- Torres, E.; Iannaccone, J.; Gómez, Hilda (2008). Biocontrol del moho foliar del tomate *Cladosporium fulvum* empleando cuatro hongos antagonistas. Campinas, Brasil. Revista Bragantia. 67(1) 169-178 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de Recolección de datos

a. Materiales de campo

- ✓ Tablero
- ✓ Fichas de datos
- ✓ Tijera de podar
- ✓ Chafle o machete
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Etiquetas
- ✓ Rafia
- ✓ Parafilm
- ✓ Pintura
- ✓ Brocha

b. Materiales de escritorio

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Papel bond de 75 g.
- ✓ Lápiz
- ✓ Lapicero
- ✓ Tablero de madera
- ✓ Resaltador
- ✓ USB
- ✓ Plumones

c. Equipos

- ✓ Laptop
- ✓ Cámara digital
- ✓ Mochila asperjadora

d. Insumos

- ✓ Trichodermina (*Trichoderma harzianum*)
- ✓ Biobac (*Bacillus subtilis*)

Anexo 2: Procedimiento de validación y confiabilidad

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

V. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombre del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora	Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (es) del Instrumento
Turpo Gutierrez Alexander	Ingeniero Agrónomo	Independiente	Validación para medir el efecto de microorganismo rizosfericos en el control de la antracnosis.	Oseas Rafael CCOICCA HUAMAN Janeth Carmela MERCADO NAVARRO
Título de la tesis: Efecto de Microorganismos Rizosfericos en el Control de la Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz), en Plantaciones de Guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en el Anexo 14, San Ramón				

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. Organización	Existe una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. Consistencia	Basado en aspectos teórico-científicos de la tecnología educativa.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X

9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. Oportunidad	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X
VII. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
Se trata de un instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
VIII. PROMEDIO DE VALIDACION: 100%						
La Merced, 06 de febrero del 2024	48268744				973268849	
Lugar y Fecha	N.º DNI	Firma del experto			N.º Celular	

Anexo 3: Matriz de evaluación de datos

Trat.	Bloques	% de Incidencia 0	% de Incidencia a 60 días	% de Incidencia a 90 días	% de Incidencia a 120 días	% de Severidad 0	% de Severidad a 60 días	% de Severidad a 90 días	% de Severidad a 120 días
1	1	17.99	13.56	8.65	8.56	10.96	3.00	3.50	3.25
1	2	17.98	13.48	8.46	7.86	12.45	8.75	7.00	2.89
1	3	17.95	12.48	7.97	6.79	10.96	2.75	2.00	3.00
2	1	16.66	10.00	9.25	8.23	13.48	3.56	5.75	2.00
2	2	17.85	12.00	8.25	7.98	11.58	2.50	2.00	4.00
2	3	20.83	17.83	7.59	6.89	15.23	4.23	3.98	1.25
3	1	16.66	8.25	8.65	6.59	12.46	3.00	2.56	0.25
3	2	15.77	10.00	6.89	4.89	11.89	2.89	2.25	0.89
3	3	13.23	8.89	5.86	3.86	13.56	3.12	2.86	1.00
4	1	14.98	9.86	6.78	5.69	12.00	2.00	3.00	0.50
4	2	17.65	16.25	4.89	3.21	14.25	6.25	3.50	1.89
4	3	16.23	11.23	3.00	2.53	12.58	2.00	1.50	1.25
5	1	19.29	17.89	16.89	17.89	15.23	19.45	21.23	20.89
5	2	18.89	20.03	19.56	18.56	13.25	20.00	18.56	19.56
5	3	19.53	18.25	16.89	17.56	14.56	20.75	19.00	19.75

Anexo 4: Reporte meteorológico periodo - Nov 2021 - abril 2022

	FECHA	HORA	TEM. DE INICIO	TEM. ALTA	TEM. BAJA	HUMEDAD. R.	VELOCIDAD DEL VIENTO
Nov-21	DEL 01 AL 07 DE NOVIEMBRE DEL 2021	7:00 a. m.	20.6	20.8	19.6	92.1	0.2
		10:00 a. m.	24.6	24.8	23.2	78.9	0.5
		12:00 p. m.	28.1	28.2	25.7	69.6	1.4
		3:00 p. m.	29.8	30.4	29.1	60.0	3.0
		5:00 p. m.	27.1	28.4	27.0	67.4	1.1
	DEL 08 AL 14 DE NOVIEMBRE DEL 2021	7:00 a. m.	21.0	21.1	20.5	92.0	0.0
		10:00 a. m.	24.7	25.2	23.2	79.6	0.7
		12:00 p. m.	26.9	27.1	25.7	70.9	1.4
		3:00 p. m.	28.8	30.0	28.3	65.4	2.7
		5:00 p. m.	26.4	28.0	26.3	73.0	3.4
	DEL 15 AL 21 DE NOVIEMBRE DEL 2021	7:00 a. m.	20.9	20.9	20.2	93.0	0.0
		10:00 a. m.	24.7	24.7	23.5	80.7	0.5
		12:00 p. m.	27.0	27.0	25.4	72.4	1.4
		3:00 p. m.	28.6	28.8	27.4	64.9	2.5
		5:00 p. m.	26.7	27.5	26.6	71.9	2.5
	DEL 22 AL 30 DE NOVIEMBRE DEL 2021	7:00 a. m.	20.4	27.2	19.9	94.0	0.2
		10:00 a. m.	24.2	24.3	22.4	82.3	0.4
		12:00 p. m.	26.2	25.9	24.4	75.8	0.7
		3:00 p. m.	28.1	28.0	26.6	68.6	1.1
		5:00 p. m.	26.1	27.5	26.0	75.9	1.4
Dic-	DEL 01 AL	7:00 a. m.	20.7	22.0	20.6	94.5	0.0
	07 DE	10:00 a. m.	23.8	24.0	23.1	87.6	0.0

	<i>DICIEMBRE DEL 2021</i>	12:00 p. m.	26.6	26.2	10.3	75.8	0.2
		3:00 p. m.	27.1	27.6	14.0	73.8	0.7
		5:00 p. m.	25.2	27.1	26.4	79.5	0.5
	<i>DEL 08 AL 14 DE DICIEMBRE DEL 2021</i>	7:00 a. m.	21.0	22.0	20.0	82.0	
		10:00 a. m.	27.5	26.6	25.5	70.3	0.9
		12:00 p. m.	28.4	28.7	27.1	69.8	1.4
		3:00 p. m.	28.7	30.7	29.1	66.0	2.4
		5:00 p. m.	28.0	29.1	28.6	67.0	0.7
	<i>DEL 15 AL 21 DE DICIEMBRE DEL 2021</i>	7:00 a. m.	20.0	21.0	20.0	80.0	
		10:00 a. m.	24	24.8	23.2	86.7	0.2
		12:00 p. m.	27.6	27.7	26.0	73.0	0.9
		3:00 p. m.	30.3	30.9	30.1	62.7	1.6
		5:00 p. m.	30.0	30.5	30.2	64.0	1.1
	<i>DEL 22 AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2021</i>	7:00 a. m.	20.0	21.0	20.0	70.0	
		10:00 a. m.	25.7	25.7	24.4	77.6	0.4
12:00 p. m.		28.4	28.5	27.2	70.2	1.6	
3:00 p. m.		31.3	31.3	30.1	59.7	1.8	
5:00 p. m.		28.3	30.4	29.6	66.5	1.1	

<i>enero-22</i>	<i>DEL 01 AL 15 DE ENERO DEL 2022</i>	7:00 a. m.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		10:00 a. m.	26.3	26.4	25.9	79.3	0.0
		12:00 p. m.	30.1	30.2	28.7	66.5	2.4
		3:00 p. m.	32.4	32.7	31.8	57.0	1.9
		5:00 p. m.	30.2	31.2	29.7	65.0	0.2
	<i>DEL 16 AL 31 DE</i>	7:00 a. m.	24.0	24.2	23.8	68.0	0.0
		10:00 a. m.	26.3	26.1	24.8	61.0	0.0

	<i>ENERO</i>	<i>12:00 p. m.</i>	<i>26.7</i>	<i>27.0</i>	<i>26.2</i>	<i>59.0</i>	<i>0.0</i>
	<i>DEL 2022</i>	<i>3:00 p. m.</i>	<i>26.2</i>	<i>26.4</i>	<i>25.8</i>	<i>60.8</i>	<i>0.0</i>
		<i>5:00 p. m.</i>	<i>26.7</i>	<i>27.4</i>	<i>25.9</i>	<i>58.9</i>	<i>0.0</i>

Feb-22	<i>DEL 01 AL 28 DE FEBRERO DEL 2022</i>	<i>7:00 a. m.</i>	<i>19.8</i>	<i>20.1</i>	<i>19.8</i>	<i>94.0</i>	<i>1.6</i>
		<i>10:00 a. m.</i>	<i>25.4</i>	<i>25.4</i>	<i>23.7</i>	<i>74.7</i>	<i>1.1</i>
		<i>12:00 p. m.</i>	<i>28.4</i>	<i>28.6</i>	<i>27.4</i>	<i>69.0</i>	<i>2.1</i>
		<i>3:00 p. m.</i>	<i>27.4</i>	<i>28.6</i>	<i>26.8</i>	<i>70.3</i>	<i>3.6</i>
		<i>5:00 p. m.</i>	<i>25.2</i>	<i>26.4</i>	<i>25.2</i>	<i>82.5</i>	<i>2.4</i>

Mar-22	<i>DEL 01 AL 07 DE MARZO DEL 2022</i>	<i>7:00 a. m.</i>	<i>19.6</i>	<i>19.9</i>	<i>19.6</i>	<i>94.6</i>	<i>0.2</i>
		<i>10:00 a. m.</i>	<i>23.7</i>	<i>23.7</i>	<i>21.8</i>	<i>83.0</i>	<i>0.2</i>
		<i>12:00 p. m.</i>	<i>25.4</i>	<i>25.6</i>	<i>24.4</i>	<i>78.9</i>	<i>0.9</i>
		<i>3:00 p. m.</i>	<i>26.5</i>	<i>26.9</i>	<i>25.4</i>	<i>74.1</i>	<i>3.7</i>
		<i>5:00 p. m.</i>	<i>26.0</i>	<i>26.8</i>	<i>25.4</i>	<i>76.6</i>	<i>1.6</i>
	<i>DEL 08 AL 14 DE MARZO DEL 2022</i>	<i>7:00 a. m.</i>	<i>19.6</i>	<i>19.6</i>	<i>19.3</i>	<i>94.9</i>	<i>0.0</i>
		<i>10:00 a. m.</i>	<i>23.9</i>	<i>24.0</i>	<i>22.0</i>	<i>81.1</i>	<i>0.7</i>
		<i>12:00 p. m.</i>	<i>26.8</i>	<i>27.2</i>	<i>25.6</i>	<i>71.6</i>	<i>1.6</i>
		<i>3:00 p. m.</i>	<i>26.8</i>	<i>27.5</i>	<i>26.0</i>	<i>71.4</i>	<i>3.4</i>
		<i>5:00 p. m.</i>	<i>26.3</i>	<i>27.3</i>	<i>25.9</i>	<i>73.9</i>	<i>1.1</i>
	<i>DEL 15 AL 22 DE MARZO DEL 2022</i>	<i>7:00 a. m.</i>	<i>19.3</i>	<i>19.4</i>	<i>19.1</i>	<i>94.4</i>	<i>0.0</i>
		<i>10:00 a. m.</i>	<i>24.1</i>	<i>24.1</i>	<i>22.3</i>	<i>79.1</i>	<i>0.5</i>
		<i>12:00 p. m.</i>	<i>26.8</i>	<i>26.8</i>	<i>25.4</i>	<i>71.4</i>	<i>1.6</i>
		<i>3:00 p. m.</i>	<i>28.1</i>	<i>28.5</i>	<i>27.3</i>	<i>64.4</i>	<i>1.8</i>
		<i>5:00 p. m.</i>	<i>25.8</i>	<i>27.4</i>	<i>25.7</i>	<i>73.3</i>	<i>1.8</i>
<i>DEL 22 AL 31 DE</i>	<i>7:00 a. m.</i>	<i>20.4</i>	<i>20.4</i>	<i>20.0</i>	<i>94.0</i>	<i>0.3</i>	
	<i>10:00 a. m.</i>	<i>24.9</i>	<i>25.0</i>	<i>23.1</i>	<i>79.3</i>	<i>1.0</i>	

	MARZO	12:00 p. m.	28.4	28.6	26.9	69.6	1.9
	DEL 2022	3:00 p. m.	28.8	30.1	28.0	65.8	2.7
		5:00 p. m.	26.5	27.9	26.3	73.9	1.8

Abr-22	DEL 01 AL	7:00 a. m.	19.6	19.7	19.4	94.6	0.0
	07 DE	10:00 a. m.	24.0	24.1	21.9	79.3	0.0
	ABRIL	12:00 p. m.	27.2	27.3	25.7	70.9	1.4
	DEL 2022	3:00 p. m.	28.2	29.2	27.7	65.1	3.7
		5:00 p. m.	26.0	27.8	25.8	74.9	2.1
	DEL 08 AL	7:00 a. m.	19.9	20.0	19.5	91.6	0.7
	14 DE	10:00 a. m.	24.9	24.9	22.8	78.0	0.5
	ABRIL	12:00 p. m.	27.9	28.0	26.1	68.9	2.1
	DEL 2022	3:00 p. m.	30.3	30.8	29.7	60.6	2.5
		5:00 p. m.	27.9	29.8	27.9	68.4	2.3
	DEL 15 AL	7:00 a. m.	19.8	19.9	19.6	91.6	0.2
	21 DE	10:00 a. m.	23.9	23.9	21.9	78.9	0.9
	ABRIL	12:00 p. m.	27.5	27.6	25.4	67.1	1.8
	DEL 2022	3:00 p. m.	29.0	29.4	28.6	61.3	2.7
		5:00 p. m.	26.9	28.6	26.9	67.4	1.4
	DEL 22 AL	7:00 a. m.	19.2	19.3	18.9	93.4	0.2
	30 DE	10:00 a. m.	24.9	24.9	22.4	77.2	0.7
	ABRIL	12:00 p. m.	27.7	27.8	26.4	68.3	1.8
	DEL 2022	3:00 p. m.	29.9	30.4	29.2	61.3	2.0
		5:00 p. m.	27.5	29.5	27.5	71.2	1.4

Anexo 5: Análisis de suelo parcela de Guanábana agosto del 2021



ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN

Solicitante

UNCP

Fecha de Reporte

25/08/2021

Codigo		Análisis Mecánico			Clase Textural	C.E. dS/m	pH (1:1)	MO %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ (%)	CIC	Cationes Cambiables (meq/100 g)						CICe	% Base Cambiable	% Acidez Cambiable	% Sat Al
		Arena	Limo	Arcilla										Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺				
Lab.	Campo	%			(meq/100 g)																		
SC-17-2021	Anexo 14 San Ramon	64.96	13.64	21.40	Franco Arcillo Arenoso	0.09	5.40	2.79	0.14	8.46	256.89	—	—	5.13	2.12	—	—	0.03	0.42	7.70	94.15	5.85	0.39

TABLAS DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	
Clasificación del suelo	CE (dS/m)
* Muy ligeramente salino	< 2
* Ligeramente salino	2 - 4
* Moderadamente salino	4 - 8
* Fuertemente salino	> 8

CLASIFICACIÓN	Materia Orgánica %	Nitrogeno Total %	Fósforo Disponible ppm P	Potasio Disponible ppm K
*Bajo	< 2.0	< 0.1	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	0.1 - 0.2	7 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4.0	> 0.2	> 14.0	> 240

Clasificación	Relaciones Cationicas			
	K/Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
*Normal	0.2 - 0.3	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.2
*Defc. Mg	> 0.5			
*Defc. K	> 0.2			
*Defc. Mg		> 10		

Reacción o pH	
Clasificación del suelo	pH
* Extremadamente ácido	< 4.5
* Muy Fuertemente ácido	4.5 - 5.0
* Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	6.6 - 7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4

Clases Texturales			
A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso
A.Fr	= arena franca	Fr.Ar.	= franco arcilloso
Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcillo limoso
Fr.	= franco	Ar.A	= arcillo arenoso
Fr.L.	= franco limoso	Ar.L.	= arcillo limoso
L	= limoso	Ar.	= arcilloso

Distribución de Cationes	
Ca ⁺²	= 60 - 75
Mg ⁺²	= 15 - 20
K ⁺	= 3 - 7
Na ⁺	= < 15



Ing. M.Sc. Elvis Ottos Diaz

Activar W
Ve a Configu



Foto N° 01: Identificación de los tratamientos



Foto N° 02: Colocación del banner del proyecto de investigación en el Anexo 14- San Ramón – Chanchamayo



Foto N° 03: Preparación de la dosis de los microorganismos rizosféricos BIOTEC



Foto N° 04: Aplicación de los microorganismos rizosféricos en plantas de 5 años de edad en el cultivo de guanábana.