

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS
PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum spp.* EN PAPAYA (*Carica
papaya* L. var. Sunrise)

MARYAN SAFI
4-781-821

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum spp.* EN PAPAYA (*Carica papaya* L. var. Sunrise).

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

Ing. Zyddi S. Vissuetti S. M.Sc. _____
DIRECTOR

Dr. Juan M. Osorio Ph. D _____
ASESOR

Ing. Ricardo Blas M.Sc. _____
ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2018

AGRADECIMIENTO

A DIOS

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

A MI FAMILIA

Por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A MIS COMPAÑEROS

Ariel, Yolanis, Yaseth y Elizabeth que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

A MI DIRECTOR

Gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitió en el desarrollo de mi formación profesional, quién me ayudó en todo momento, gracias Ing. Zyddi S. Vissuetti S. M.Sc.

A MIS ASESORES

Dr. Juan Miguel Osorio e Ing. Ricardo Blas gracias por la orientación y la ayuda que me brindaron para la culminación de esta tesis.

Al Ing. Arturo Olaso, por su tiempo, su bondad y todo el aprendizaje que me transmitió desde el inicio hasta el final de esta tesis y en mi vida profesional.

Maryan Safi De Aguilar

DEDICATORIA

A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

Los resultados de este proyecto están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación:

A mis padres Hormoz y Beatriz, a quienes les debo todo en la vida, les agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional. ¡Gracias por darme la vida! ¡Los Amo!

A mis Hermanas Farah y Diba, porque siempre he contado con ellas para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad ¡Gracias!

A mis Familiares, mis tías, tíos y primos por su apoyo y sus consejos, pero en especial a mi abuela, "La Tita" puedo decir plenamente que además de mi abuela, eres mi segunda madre Te Amo.

Maryam Safi De Aguilar

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum spp.* EN PAPAYA (*Carica papaya* L. var. Sunrise).

Maryan Safi. 2018. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE FUNGICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE *Colletotrichum spp.* EN PAPAYA (*Carica papaya* L. var. Sunrise). Tesis Ing. Agrónoma en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la finca propiedad del Señor Hormoz Safi, ubicada en el Distrito de David corregimiento de San Pablo Viejo, San Juan del Tejar, cuyas coordenadas geográficas son: 8° 28' 39.2" N de altitud y 82° 28' 36.1" O de longitud, la precipitación promedio anual es de 2702mm, la temperatura promedio es de 27.1°C y la humedad relativa promedio anual de 75.7%, en lo que respecta a las características edáficas, cuenta con un pH del suelo de 6.5, la textura es franco-arcillosa y posee un 3.98% de materia orgánica.

La duración del ensayo fue de tres meses, inició el 15 de julio y terminó el 16 de octubre del año 2017.

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la efectividad de productos biológicos para el control del hongo *Colletotrichum spp.* en el cultivo de papaya.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) que consistió en 5 tratamientos y 5 repeticiones, se evaluaron los tratamientos: T1: TrichoD + BioQ + BioFungo + Bacthon + MicosPlag, T2: Amylo-X, T3: Bioprotection BD + Bioprotection TR, T4: Bioreach y T5: Amistar 50wg (control absoluto/químico).

Los resultados obtenidos fueron analizados con el programa de Análisis Estadístico SAS, CA USA 2008, el análisis de varianza indica que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

PALABRAS CLAVE: Control Biológico, antracnosis, control químico.

SUMMARY

This investigation was developed on the property owned by Mr. Hormoz Safi, located in the District of David, San Pablo Viejo, San Juan del Tejar, whose geographic coordinates are: 8° 28'39.2" N of altitude and 82°28'36.1" W of length, the average annual rainfall is 2702mm, the average temperature is 27.1°C and the average annual relative humidity is 75.7%, as regards the soil characteristics, it has a soil pH of 6.5, the texture is frank- clayey and possesses a 3.98% organic matter.

The duration of the trial was three months, started on July 15 and ended on October 16, 2017.

The present study was carried out with the objective of evaluating the effectiveness of biological products for the control of the fungus *Colletotrichum* spp. in the cultivation of papaya.

A completely randomized block design, consisting of 5 treatments and 5 repetitions was used, the treatments were evaluated: T1: TrichoD + BioQ + BioFungo + Bacthon + MicosPlag, T2: Amylo-X, T3: Bioprotection BD + Bioprotection TR, T4: Bioreach and T5: Amistar 50wg (absolute / chemical control).

The results obtained were analyzed with the SAS Statistical Analysis program, CA USA 2008, the analysis of variance indicates that there was no significant difference between the treatments.

KEY WORDS: Biological Control, anthracnose, chemical control.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
SUMMARY	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Antecedentes	5
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos del estudio	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.1 Objetivo específico	7
1.5 Hipótesis.....	8
1.6 Alcances y limitaciones del estudio	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Generalidades del cultivo de papaya.....	10
2.2 Taxonomía del cultivo de papaya	11
2.3 Variedad Sunrise	11
2.4 Aspectos característicos de <i>Colletotrichum spp</i>	12
2.4.1 Etiología de <i>Colletotrichum spp</i>	12
2.5 Signos y síntomas de la enfermedad	13
2.5.1 Clasificación taxonómica	15

2.6 Identificación en laboratorio.....	15
2.6.1 Morfología	15
2.7 Método de control biológico	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Localización de la investigación	17
3.2 Materiales.....	18
3.2.1 Modelo estadístico	19
3.2.2. Modelo matemático	20
3.2.3 Sistema de análisis estadístico	21
3.3 Metodología.....	21
3.3.1 Selección del terreno	22
3.3.1 Distribución de los tratamientos en campo	23
3.3.2 Marcación del terreno para análisis fisicoquímico	24
3.3.3 Trasplante del vivero a campo	24
3.3.4 Labores Agrícolas	25
3.3.4.1 Fertilización	25
3.3.4.2 Poda	26
3.3.4.3 Aplicación de los tratamientos	26
3.3.4.3.1 Dosificaciones de los tratamientos	28
3.3.4.4 Recolección de muestras de suelo para determinar la existencia de población de fitonematodos	28
3.3.5 Labores de laboratorio	29
3.3.5.1 Conteo de nematodos	29
3.3.5.2 Cultivo de suelo	31
3.3.5.3 Cultivo de hojas	31
3.3.5.4 Observación de las hojas al microscopio	32
3.3.5.5 Observación de las raíces al microscopio	32
3.3.5.6 Observación de los frutos al microscopio	33
3.3.5.7 Conteo de frutos afectados por <i>Colletotrichum spp.</i>	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37

4.1	Conteo de las poblaciones de nematodos.....	37
4.1.1	Análisis de varianza para las poblaciones de nematodos	39
4.2	Cultivo de suelo y de hojas.....	42
4.3	Observación de las hojas y frutos al microscopio.....	45
4.4	Observación de las raíces al microscopio	46
4.5	Conteo de frutos afectados por <i>Colletotrichum spp.</i>	47
4.5.1	Análisis de varianza para los frutos afectados por <i>Colletotrichum spp.</i>	49
4.5.2	Porcentaje de infección de los tratamientos	50
4.5.3	Análisis de incidencia y severidad	52
5.	CONCLUSIONES	57
6.	RECOMENDACIONES	58
7.	REREFENCIAS CITADAS	59
8.	ANEXOS	64

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pág.
I	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Colletotrichum spp.</i>	15
II	TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO PARA EL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS	18
III	FORMA GENERAL DE LA TABLA ANOVA (ANÁLISIS DE VARIANZA)	20
IV	IDENTIFICACIÓN Y DOSIS DE CADA TRATAMIENTO UTILIZADO EN EL ENSAYO	28
V	ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS EN FRUTOS DE PAPAYA	34
VI	CONTEO DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS	37
VII	RESULTADOS DE LA POBLACIÓN DE NEMATODOS EN 100 GRAMOS DE SUELO	37
VIII	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA RESPUESTA DE LAS POBLACIONES DE <i>Helicotylenchus spp.</i> A LOS TRATAMIENTOS.....	39
VIX	PRUEBA DEL RANGO ESTANDARIZADO DE TUKEY (HSD) A	

	UN 0.05 PARA LA POBLACIÓN DE <i>Helicotylenchus spp.</i>	40
X	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA RESPUESTA DE LAS POBLACIONES DE <i>Pratylenchus spp.</i> A LOS TRATAMIENTOS ..	40
XI	PRUEBA DEL RANGO ESTANDARIZADO DE TUKEY (HSD) A UN 0.05 PARA LAS POBLACIONES DE <i>Pratylenchus spp.</i>	41
XII	HONGOS PRESENTES EN LA MUESTRA DE SUELO	42
XIII	HONGOS PRESENTES EN EL CULTIVO DE HOJAS	45
XIV	HONGOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE HOJAS	45
XV	HONGOS PRESENTES EN LOS FRUTOS	46
XVI	NÚMERO DE FRUTAS AFECTADAS POR <i>Colletotrichum spp.</i>	48
XVII	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS FRUTOS AFECTADOS POR <i>Colletotrichum spp.</i>	50
XVIII	RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN	51
XIX	PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE <i>Colletotrichum spp.</i> EN LOS TRATAMIENTOS	53
XX	ÍNDICE DE SEVERIDAD EN LOS TRES CONTEOS	54
XXI	GRADOS BRIX EN LAS PAPAYAS DE LOS TRATAMIENTOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	Microscopia de la antracnosis en el fruto de papaya.....	16
2.	Coordenadas del área del estudio. Imagen capturada a 100 metros de altura	17
3.	Imagen donde se realizó el ensayo	22
4.	Croquis de la distribución de los bloques	23
5.	Marcación de los tratamientos	25
6.	Aplicación foliar.	27
7.	Aplicación al suelo	27
8.	Observación de <i>Oidium sp.</i>	43
9.	Muestra de raíz	47
10.	Observación de <i>Fusarium spp.</i>	47

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	DESCRIPCIÓN	Pág.
1.	FICHAS TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO #1.....	64
2.	FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #2.....	69
3.	FICHAS TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO #3.....	70
4.	FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #4.....	73
5.	FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #5.....	74
6.	ANÁLISIS DE SUELO DEL ÁREA DEL ESTUDIO	75
7.	ANÁLISIS DEL pH DEL AGUA DEL ÁREA DEL ESTUDIO	76
8.	FASE DE VIVERO Y TRANSPLANTE A CAMPO	77
9.	FASE DE CAMPO EXTRACCIÓN DE SUELO PARA MUESTRA INICIAL DE NEMATODOS	77
10.	FASE DE LABORATORIO EXTRACCIÓN DE NEMATODOS Y CONTEO INICIAL	78
11.	FASE DE LABORATORIO PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO	78
12.	FASE DE LABORATORIO CULTIVO DE SUELO	79
13.	FASE DE LABORATORIO CULTIVO DE HOJAS	79
14.	FASE DE CAMPO EXTRACCIÓN DE SUELO PARA MUESTRA FINAL DE NEMATODOS	80
15.	FASE DE LABORATORIO EXTRACCIÓN DE NEMATODOS Y	

	CONTEO FINAL	80
16.	FASE DE CAMPO RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE HOJAS Y FRUTOS	81
17.	FASE DE LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LAS HOJAS AL MICROSCOPIO	81
18.	FASE DE CAMPO RECOLECCIÓN DE LAS RAÍCES DEL TRATAMIENTO 1	82
19.	FASE DE LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LOS FRUTOS AL MICROSCOPIO	82
20.	FASE DE LABORATORIO CONTEO DE LOS FRUTOS AFECTADOS POR <i>Colletotrichum spp.</i>	83
21.	FASE DE LABORATORIO PORCENTAJE DE GRADOS BRIX EN LAS PAPAYAS DEL ENSAYO	83

1. INTRODUCCIÓN

La papaya es el fruto de una planta arbórea endémica de México, Centroamérica y América del Sur, se caracteriza por ser de crecimiento rápido, ciclo de cultivo corto y su fruto se presenta en diferentes colores, su sabor, propiedades nutritivas y medicinales, ocasionan que esta fruta haya experimentado un crecimiento sostenido a nivel mundial.

La fruta de papaya contiene la papaína, una enzima parecida a la pepsina humana que se encuentra en el aparato digestivo, esta enzima posee varias funciones entre la que se destaca que facilita la digestión y calma el dolor e inflamación del estómago, esta condición ha favorecido el aumento en el interés por la papaína con el propósito de incluirla como suplemento alimenticio. La enzima también tiene otros usos comerciales como: ablandar carnes, aclarar cervezas, colorar seda y lana y transformar la resina en goma.

Cabe indicar que la fruticultura en Panamá tiene un enorme potencial de desarrollo, por las condiciones de clima y de suelo del país, así como por las oportunidades que ofrece el mercado nacional e internacional. Se siembra primordialmente con miras a satisfacer la necesidad del consumo nacional, para lo cual se utilizan variedades criollas.

El principal problema a nivel de campo es la antracnosis causada por el hongo *Glomerella cingulata* Stan. (anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. y Sacc.), esta enfermedad se clasifica como la de mayor importancia debido a que es la que causa mayor daño (Arauz, 1981; Duran, 1985) por lo cual es importante combatir la enfermedad desde su inicio de la siembra en el campo (Solano y Araúz, 1995).

El combate químico de esta enfermedad se ha basado a lo largo del tiempo en el uso de fungicidas sintéticos y cuyos ingredientes activos (i.a.) utilizados con mayor frecuencia son: benzimidazoles (benomyl), clorotalonil, mancozeb y carbendazim entre otros, sin embargo el control no ha sido efectivo y se refleja en el almacenamiento postcosecha, es por esta razón que esta enfermedad es considerada como uno de los factores limitantes en la comercialización nacional e internacional de fruta fresca (Solano y Araúz, 1995).

En la actualidad para el combate de esta enfermedad se están buscando fungicidas más amigables con el ambiente con el fin de ser utilizados a nivel de campo, una de estas alternativas son los de origen biológico objeto de este estudio.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El productor de papaya (*Carica papaya L.*) en su productividad se encuentra con muchos problemas producidos por enfermedades como también por plagas que son muy severas y las cuales elevan sus costos en la producción (CNP, 2007).

Esta investigación contribuirá al desarrollo de una estrategia para el manejo integrado de antracnosis del fruto de la papaya y en especial a la alternativa biológica a través de la utilización de fungicidas biológicos.

El uso de fungicidas biológicos en el mercado es relativamente nuevo y a esto hay que agregarle el grado de desconocimiento de los productores que lo convierten en una limitante para su uso en el manejo y control de las enfermedades en varias áreas del país donde el pequeño productor no tiene conocimiento de los beneficios del uso de estos productos (CNP, 2007).

Debido a la necesidad de contar con información generada a partir de la validación de tecnología en el uso de productos biológicos acorde a las condiciones ambientales, sociales y económicas que rodean las áreas de cultivo de papaya que permitan seleccionar opciones adecuadas para obtener plantas sanas y amigables con el ambiente sin causar daño a la salud humana pretendemos obtener la información necesaria para que los productores de papaya (*C. papaya L.*); consigan una mayor rentabilidad del cultivo.

La información generada será de gran utilidad debido a que la fruta de papaya se puede utilizar en diversos sectores, entre los que sobresalen: el sector alimenticio ya sea fresco, industrializado o en transformación casera, el sector farmacéutico, el sector cervecero y el sector cosmético entre otros (CNP, 2007).

Este aumento de la demanda de la fruta de papaya exige la necesidad de un mayor estudio y conocimiento de modo tal que se generen nuevas técnicas para el combate de antracnosis de la fruta desde su siembra y hasta su manejo postcosecha, además de facilitar el desarrollo de nuevos campos dentro de la biotecnología que a futuro podrían implementarse.

1.2 ANTECEDENTES

OIRSA en el año 2008 realizó grandes y valiosos aportes al Programa Fitosanitario en apoyo a la cadena agroalimentaria de cítricos y frutas en Panamá, estos permitieron generar conocimiento de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de papaya.

Según datos proporcionados por la Contraloría General de la República de Panamá, en el año 2004 el consumo per cápita de frutas fue de 64,2 kilos, y el consumo anual por habitante de papaya fue de 2,0 y 3,1 kilos al año. La mayor parte de la producción de papaya que se comercializa en el mercado agrícola central o MAC (un 82%) proviene de las provincias de Chiriquí y Panamá (sector oeste) (IICA, 2008).

1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es de interés debido a que el cultivo de papaya es considerado como uno de los cultivos que ha ido incrementando su consumo por sus cualidades nutricionales y medicinales, además, el aporte a la economía nacional representa alrededor de 2.5 millones de dólares. Por consiguiente, este estudio plantea la determinación de investigar el efecto de la utilización de diversos productos biológicos en el control de la antracnosis catalogada como la principal enfermedad en este cultivo.

Este trabajo permitirá una visión más clara en el uso de los fungicidas biológicos como una alternativa para el control de antracnosis en el fruto de papaya de modo tal que permita un uso racionado de los productos sintéticos. Cabe mencionar que, al día de hoy, existe poca información científico-técnica sobre este tipo de estudios en el cultivo de papaya en Panamá.

Como se mencionó anteriormente la antracnosis es una enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum* spp., que se caracteriza por afectar gran diversidad de especies frutícolas entre la que se destaca la papaya, es por esa razón que es considerada de gran importancia socioeconómica en nuestro país. Las pérdidas se han cuantificado entre un 25 y 40% para la papaya en cosecha, no obstante, los daños postcosecha como consecuencia de infecciones latentes hacen de la enfermedad una verdadera amenaza para la competitividad de los sistemas productivos (Páez, 2003).

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficacia de diferentes fungicidas de origen biológico para el control de *Colletotrichum spp* en *Carica papaya* L. var. Sunrise.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el fungicida biológico con mejor eficacia en el control de *Colletotrichum spp.* en *Carica papaya* L. var. Sunrise.
- Evaluar cuál fungicida biológico tiene mayor control en tiempo y estantería de postcosecha.
- Identificar y cuantificar las poblaciones de fitonematodos.
- Determinar el tratamiento que mejor controla las poblaciones de fitonematodos.

1.5 HIPÓTESIS

- **Ho:** El uso de fungicidas con ingredientes activos biológicos no controlan *Colletotrichum spp.* causante de la antracnosis en el cultivo de *Carica papaya L.*
- **Ha:** El uso de fungicidas con ingredientes activos biológicos controlan *Colletotrichum spp.* causante de la antracnosis en el cultivo de *Carica papaya L.*
- **Ho:** Los ingredientes activos de origen biológico no controlan las poblaciones de fitonematodos.
- **Ha:** Los ingredientes activos de origen biológico si ejercen un control sobre las poblaciones de fitonematodos.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Existen pocas investigaciones en el uso de formulaciones de fungicidas que poseen como ingrediente activo (i.a.) biológicos, es por esta razón que el presente trabajo será una herramienta importante en el control de la antracnosis en el cultivo de papaya.

Los resultados obtenidos en la presente investigación podrán ser utilizados por el sector que cultiva papaya en Panamá, de modo tal que el control de la antracnosis facilitará el manejo de postcosecha prolongando la vida útil en el anaquel.

Esta sería una nueva herramienta de uso en el control la antracnosis.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo de papaya

La papaya es una fruta que se considera originaria de Centro América, actualmente se cultiva en varias partes del mundo, tales como: Hawái, Florida, Australia, África del Sur, Kenia y Tanganica; cabe mencionar que la papaya pertenece al Orden *Parientales*, Familia *Caricaceae*, Género *Carica* especie *Carica papaya L.*, su fruto normalmente se consume en estado fresco y maduro, su contenido de azúcar varía entre 8 a 10% y su sabor es muy agradable.

Este cultivo está cobrando bastante importancia económica a nivel mundial, debido a que se puede consumir como fruta fresca o procesarse para obtener otros subproductos como dulces, jaleas, licuados y encurtidos. Además, posee un gran potencial de industrialización en el área farmacéutica, culinaria, médica, industria cervecera y bebidas no alcohólicas (CENTA, 2008).

En 1989 la FAO hace referencia que la fruta madura de papaya contiene alrededor de 85% de agua, 10 a 13 % de azúcares, 0.6 % de proteínas, es rico en vitamina A y contiene cantidades adecuadas de vitaminas B1, B2 y C. Además, la papaya es una fruta climatérica o sea la maduración continúa aun después de ser cosechada, lo que le permite seguir produciendo cantidades significativas de etileno, juntamente con la presencia de un alto ritmo

respiratorio, por consiguiente, cabe destacar que la fruta no madura cuando se cosecha muy inmadura.

En el caso de envíos aéreos para exportación se puede considerar la fruta hasta con un 40% de desarrollo de color en su superficie y un valor Brix de 10-11.5; si bien la cosecha al estado verde-maduro asegura una mayor vida útil de postcosecha del producto (CONAFRUT, 1998).

2.2 Taxonomía del cultivo de papaya

La papaya pertenece al Reino Vegetal, Subreino *Embroyonta*, División Anthophyta, Clase Dicotiledonea, Subclase Cloripetala y al Orden Parientales.

El género *Carica* comprende cinco especies, entre las más conocidas se encuentran *Carica pubescens* (*C. candamarcensis*), *Carica monoica* y el híbrido ecuatoriano *Carica xheilbornii* (Babaco), producto del cruce entre *C. pubescens* y *C. stipulata*; sin embargo, la especie más importante de todas es *Carica papaya* L. (Papaya) (Velásquez,1987).

2.3 Variedad Sunrise

Las características más favorables observadas en este cultivar son la longitud de los entrenudos, esta es mayor que en otros cultivares lo que favorece que puedan existir 2-3 frutos por pedúnculo sin que se produzcan daños por rozamiento.

Las primeras flores se inician a una altura inferior a 1 metro sobre el nivel del suelo (80 cm) lo que facilita posteriormente la recolección, el peso de la fruta, tanto femenina como hermafrodita está comprendida entre los 400 y 500 gramos, lo que la ubica entre los rangos adecuados para la exportación.

La producción está comprendida entre 40-50 Kg por planta en el caso de las plantas hermafroditas cultivadas al aire libre y el porcentaje de azúcar (sólidos solubles totales) es alto en los meses de verano, mientras que en los meses de invierno alcanzan valores más bajos. El olor y sabor de los frutos es agradable, no existiendo ese olor almizclado típico de muchos otros tipos de papayas (Espino, 1995).

2.4 Aspectos característicos de *Colletotrichum spp.*

2.4.1 Etiología de *Colletotrichum spp.*

El hongo *Colletotrichum spp.*, produce conidios incoloros, de una sola célula, ovoides, cilíndricos y en ocasiones encorvados o en forma de pesas en acérvulos. Las masas de conidios son de color salmón o rosa. Los acérvulos son subepidérmicos y brotan a través de la superficie de los tejidos de la planta, tienen forma de disco o cojín y son cerosos, con conidióforos simples, cortos y erectos (Rodríguez-López, 2001).

En general la antracnosis puede presentarse en hojas, tallos y frutos de papaya tanto en pre y como en postcosecha la presencia de pequeñas lesiones de este patógeno sobre la superficie del fruto disminuye su valor comercial. Muchas

enfermedades de postcosecha del fruto presentan el fenómeno de la quiescencia en el cual los síntomas no se desarrollan hasta que el fruto madura.

Se reportó que la enfermedad de antracnosis es causada por diferentes especies las cuales atacan diferentes órganos de las plantas, por ejemplo: *C. acutatum* y *C. gloesporioides* infectan frutos en todas sus etapas de desarrollo, pero usualmente no se encuentran en hojas o tallos, los cuales son principalmente afectados por *C. dematium* y mientras que *C. gloesporioides* y *C. acutatum* se caracterizan por ser más prevalentes sobre frutos verdes y maduros (Rodríguez-López, 2001).

2.5 Signos y síntomas de la enfermedad

El género *Colletotrichum* es causante de enfermedades prácticamente en todas las cosechas agrícolas del mundo, los síntomas típicos de la infección por *Colletotrichum* se denominan 'antracnosis' que se caracterizan por el hundimiento necrosado del tejido donde se producen masas de conidios dentro de un acérvulo.

La antracnosis se presenta en tejidos de plantas en desarrollo y maduros, afecta frutos durante su desarrollo en el campo, así como frutos maduros durante su almacenaje (Rodríguez-López, 2001).

Las etapas de desarrollo de las especies de *Colletotrichum* pueden separarse en: 1) deposición en la superficie del hospedante, 2) fijación del conidio en la

superficie, 3) germinación del conidio, 4) producción del apresorio, 5) penetración en la epidermis de la planta, 6) crecimiento y colonización del tejido del hospedante y 7) producción de acérvulos y esporulación. Los conidios son variables en tamaño y su forma es cilíndrica con puntas redondeadas.

El hongo produce apresorios melanizados con dimensiones variables (de 6 a 20 x 4 a 12 μm) a partir del cual se produce una púa de infección que penetra al fruto al degradar la cutícula mediante enzimas degradadoras de la pared celular y presión de turgencia, permaneciendo latente hasta que el fruto madura, en campo, los frutos presentan síntomas denominados 'viruela' y 'clavo'.

El síntoma de viruela inicia con manchas pequeñas de color café claro y, posteriormente, café oscuras y hundidas, con el tiempo la lesión toma un aspecto seco y quebradizo, en forma de cráter, llegando a desprenderse. El síntoma de clavo se manifiesta como lesiones irregulares color café oscuro y hundidas que, en condiciones de humedad relativa elevada, convalecen.

En estudios histológicos de la patogénesis realizados en papaya mostraron un patrón de penetración de *Colletotrichum*, el tubo germinativo forma un apresorio, después una punta infectiva que penetra la pared periclinal de las células epidérmicas.

La dispersión del hongo se produce a través del viento y el agua y la infección es más intensa en condiciones de alta humedad y temperatura (Rodríguez-López, 2001).

2.5.1 Clasificación taxonómica

CUADRO I: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Colletotrichum* spp.

<i>Reino</i>	<i>Fungí</i>	<i>Fungí</i>	<i>Fungí</i>
Filo	<i>Ascomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Ascomycota</i>
Subfilo	<i>Pezizomycotina</i>	<i>Pezizomycotina</i>	<i>Pezizomycotina</i>
Clase	<i>Sordariomycetes</i>	<i>Sordariomycetes</i>	<i>Sordariomycetes</i>
Orden	<i>Glomerellales</i>	<i>Glomerellales</i>	<i>Glomerellales</i>
Familia	<i>Glomerellaceae</i>	<i>Glomerellaceae</i>	<i>Glomerellaceae</i>
Género	<i>Colletotrichum</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Colletotrichum</i>
Especie	<i>C. acutatum</i>	<i>C. capsici</i>	<i>C. gloeosporioides</i>

Fuente: Uniprot, 2017

2.6 Identificación en laboratorio

2.6.1 Morfología

Se caracteriza porque presenta conidias hialinas, unicelulares, ovoides u oblongas, ubicadas en una estructura llamada acérvulo.

Estos cuerpos son en forma de disco, cerosos, subepidermales y típicamente oscuros; además de los conidióforos y conidias, presentan setas en el borde del acérvulo y entre los conidióforos (Olaso, 2017).

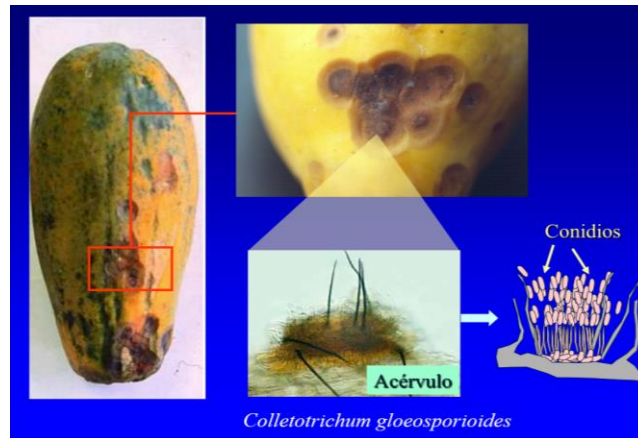


FIGURA #1: Microscopia de la antracnosis en el fruto de papaya. *Fuente:* Olaso, 2017.

2.7 Método de control biológico

Control Biológico

Se inicia con la utilización de gallinaza composteada como fuente de materia orgánica, esta es inoculada con *Trichoderma asperellum*, microorganismos benéficos (Enzimas celulíticas, bacterias lácticas y levaduras), *Pseudomonas fluorescens* las cuáles sirven para controlar patógenos del suelo como los géneros *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Botrytis*, *Colletotrichum* entre otros (Olaso, 2017).

Con el uso de alternativas biológicas es de suma importancia especificar: la concentración de los productos empleados, la calidad del agua con que se trabaja pues este tipo de hongos se ve afectado por el pH y la dureza del agua, así como la compatibilidad con otros productos (Olaso, 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la investigación

El presente estudio se realizó en la finca propiedad del Señor Hormoz Safi, ubicada en el Distrito de David corregimiento de San Pablo Viejo, San Juan del Tejar y cuyas coordenadas geográficas son: $8^{\circ} 28'39.2''$ N de altitud y $82^{\circ}28'36.1''$ O de longitud. De acuerdo a ETESA en el año 2016, las características climáticas donde se ubica la propiedad son: precipitación promedio anual de 2702mm, temperatura promedio de 27.1°C y una humedad relativa promedio anual de 75.7%.



FIGURA # 2: Coordenadas del área del estudio. Imagen capturada a 100 metros de altura. *Fuente:* Google Earth

3.2 Materiales

Para el desarrollo de este ensayo se utilizaron diferentes insumos, materiales y equipos.

CUADRO II. TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO PARA EL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS

Tratamiento	Casa Comercial	Producto Comercial	Ingrediente Activo
1	Rocasa	TrichoD	<i>Trichoderma harzianum</i>
		BioQ	Nutrientes quelatados en aminoácidos
		BioFungo	<i>Trichoderma harzianum</i>
		Bacthon	Azospirillum brasilense, Azotobacter chroococcum, Lactobacillus acidophilus, Saccharomyces cerevisiae.
2	AgriCenter	MicosPlag	<i>Metarhizium anisopliae</i> Cepa OBMa13
		Amylo-X	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (cepa D747) Levaduras, Bacterias lácticas, <i>Bacteria transformadora de celulosa</i> <i>Cytophaga spp</i> ;
3	MasuiCorp	Bioprotection BD	<i>Trichoderma reesei</i> + Enzimas celulíticas
4	Advanced Biocontrollers	Bioprotection TR	<i>Trichoderma asperellum</i>
4		Bioreach	<i>Trichoderma harzianum</i>
5		Amistar 50wg	<i>Azoxystrobin</i>

Fuente: El autor

Las recomendaciones dadas por los proveedores en cuanto al tiempo de aplicación fueron:

- Tratamiento #1: La aplicación foliar cada 15 días y la aplicación al suelo cada 6 semanas.
- Tratamiento #2: La aplicación foliar cada 8 días y la aplicación al suelo, 15 días después de la primera aplicación y luego una vez al mes.
- Tratamiento #3: La aplicación foliar cada 8 días y la aplicación al suelo cada 15 días.
- Tratamiento #4: La aplicación foliar y al suelo 10 días después de la primera aplicación y luego cada 15 días.
- Tratamiento #5: El control químico solo se realizó a nivel foliar 1 vez al mes.

3.2.1. Modelo estadístico

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con arreglo de Cuadrado Latino. El modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + E_{ij}$$

Donde Y_{ij} = observaciones realizadas en la unidad experimental ubicadas en el bloque j^{th} con el tratamiento i^{th} .

μ = medida del control estimado por la media general.

T_i = efecto del i ésimo tratamiento i^{th} .

B_j = efecto del j ésimo bloque j^{th} .

E_{ij} = error experimental.

Para la presente investigación el diseño experimental consistió en contar con 5 tratamientos y 5 bloques.

3.2.2. Modelo Matemático

Cabe mencionar que, tanto en ciencias aplicadas como en tecnología, un modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones entre variables y para estudiar comportamientos entre otros.

Para el análisis de la información generada se utilizó el Anova (Analysis of variance) debido a que es un método que permite comparar dos o más medias y fue necesaria debido a que se requirió comparar más de dos medias. A continuación, se describe la forma general de la tabla ANOVA (CUADRO III).

CUADRO III. FORMA GENERAL DE LA TABLA ANOVA (ANÁLISIS DE VARIANZA)

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TRATAMIENTO	$r-1 = 3$
BLOQUE	$n-1 = 2$
ERROR	$(r-1)(t-1) = 33$
TOTAL	$(r t) - 1 = 47$

Fuente: El autor

Cuando se realiza un análisis de varianza, el valor de F significativo indica que no todas las condiciones producen el mismo efecto sobre la variable independiente; es por esta razón que es importante conocer dónde se localizan dichas diferencias significativas, una prueba que nos permite evaluar dicha diferenciación es la prueba de Tukey, que mide la diferencia de los valores de las medias de dos grupos en términos de la varianza.

3.2.3 Sistema de Análisis Estadístico

El Sistema SAS, 2008 (Statistical Analysis System) es un paquete de software que abarca múltiples áreas de trabajo del campo científico, centrándose especialmente en todas las ramas de la Estadística aplicada. Dado que esta disciplina es prácticamente universal en la actualidad, la utilidad de este software puede extenderse a la mayoría de las ciencias experimentales y sociales (Pérez, 2013).

3.3 Metodología

Se llevaron a cabo una serie de pasos para el establecimiento de este trabajo a fin de obtener resultados confiables con todo el rigor científico.

Las principales fases de la investigación consistieron en la búsqueda de recursos, selección y preparación del terreno, diseño del ensayo, selección del modelo estadístico y protocolos para la captura de datos de la investigación, identificación y selección del material genético, establecimiento de la

investigación, evaluación, análisis de resultados y elaboración del informe final de la tesis.



FIGURA #3: Imagen donde se realizó el ensayo. *Fuente:* El autor.

3.3.1 Selección del terreno

En la propiedad del señor Hormoz Safi se identificó y selecciono un área de terreno que fuera lo más representativo posible de las condiciones agroclimáticas donde se siembra papaya en Panamá, de tal forma que el 19 de mayo del 2017 se inició con la demarcación de la parcela, la cual ya estaba establecida con plantones de papaya (*Carica papaya L.*, variedad *Sunrise*) desde el 6 de febrero del 2017.

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones, cada tratamiento estuvo compuesto por 4 unidades experimentales (plantas), el área total de la investigación fue de 813.75m².

3.3.1.1 Distribución de los tratamientos en campo

A continuación, se aprecia la distribución que tuvieron los cinco tratamientos, las cinco repeticiones y la ubicación de las cuatro unidades experimentales (plantas evaluadas) en el ensayo.

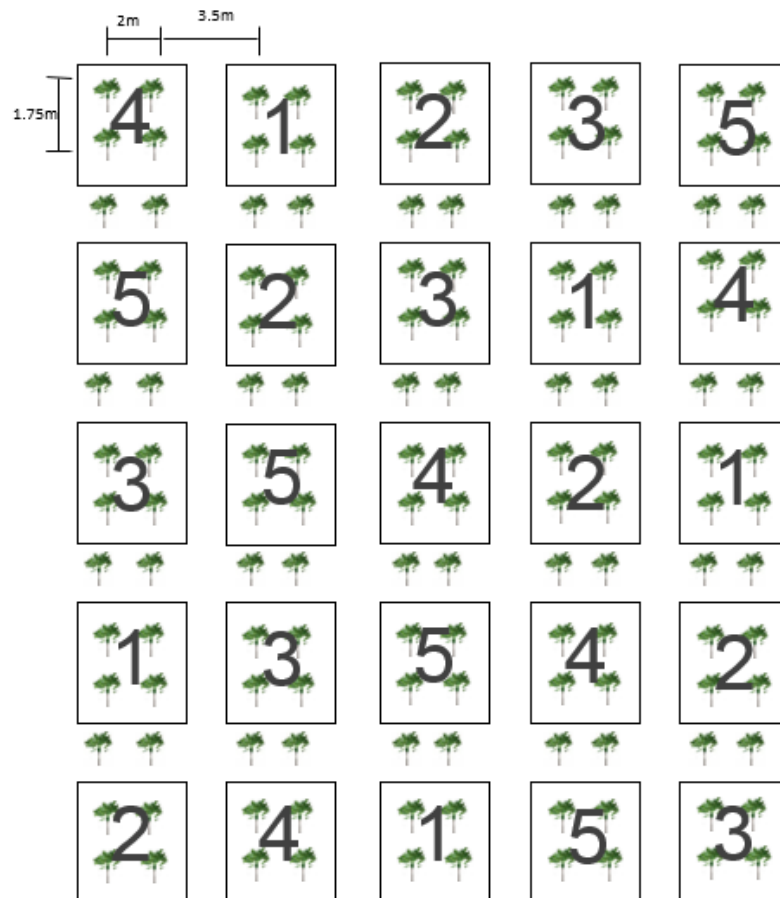


FIGURA #4: Croquis de la distribución de los bloques. *Fuente:* El Autor

La superficie del ensayo fue de 26.25m de largo y 31m de ancho, y por consiguiente la superficie total de 813.75m², en lo que se refiere a cada

tratamiento estos tuvieron una dimensión de 2m de largo y 1.75m de ancho con un área de 3.50m². En lo que respecta a la superficie de cada repetición o bloque, esta fue de 17.50m².

3.3.2 Marcación del terreno para análisis fisicoquímico

En el área que se asignó para el estudio se realizó un análisis de suelo con el fin de conocer las condiciones abióticas del mismo, en lo que respecta a la fuente de agua también se le realizó un análisis.

La muestra de suelo fue tomada con un barreno tipo holandés, para la recolección de las submuestras se realizó en recorrido a nivel de campo en forma de zigzag, se obtuvieron 20 submuestras que se mezclaron y se pesó un kg de suelo. (El análisis de suelo del área de estudio se puede observar en el anexo, la imagen número 6, al igual que los resultados del análisis de agua, la imagen número 7).

Según el análisis de suelo, se encontró una textura franco-arcillosa, un pH de 6.5, una adecuada disponibilidad de minerales y un 3.98% de materia orgánica. En lo que respecta al análisis de agua, esta dio un pH del agua utilizada en el ensayo de 5.60.

3.3.3 Trasplante del vivero a campo

En cada punto de siembra se colocaron tres plántulas distanciadas a 25 centímetros entre sí; posteriormente entre el mes 2 y 3 se procedió a realizar la

labor de raleo y sexado dejando una planta por punto, las plántulas sembradas provenían de una bandeja de 50 huecos.

En lo que se refiere a variedad que se utilizó fue la papaya de ciclo largo Sunrise y cuyos plántones fueron colocados en un sistema de cultivo en hilera; la fecha de siembra (estado fenológico) fue en el mes de febrero 2017. Se empleó una distancia de siembra de 1.75m entre plantas y 3.5m surcos o hileras, el número de plantas/ha⁻¹ fue de 2,285 y el área total del ensayo fue de 813.75m².

3.3.4 Labores Agrícolas

El manejo dado a las parcelas no fue diferente al de una plantación comercial, excepto por los tratamientos del ensayo. Debido al aumento de la infección no fue necesario inocular el suelo ya que este fue persistente en esta área de estudio.



FIGURA #5: Marcación de los tratamientos. *Fuente:* El Autor.

3.3.4.1 Fertilización

- Fertilización orgánica: En la preparación del terreno se aplicó 1 kg de gallinaza por metro cuadrado de terreno y al hacer las camas se aplicó y distribuyó la enmienda sobre ellas (cal impalpable).

- Fertilización mineral: Luego del trasplante se aplicó un enraizador, 12-24-12 y biofertilizante de fósforo para desarrollar raíces, luego se aplicaron fertilizantes completos de fórmula N 21.6-P 9.4-K 20.9- 0Ca- 1.6Mg- 2S.

- Fertilización foliar: se realizaron una vez por semana y se aplicaron productos de YaraVita como Maxibor, Caltrac y Agripotrash entre otros.

3.3.4.2 Poda

A lo largo del ensayo se realizó la labor manual de deshoje y limpieza del área de estudio con el propósito que las hojas más viejas de la plantación fueron eliminadas ya que son hospederas de insectos y una fuente de inóculo para muchas enfermedades. También se considera que las hojas nuevas o de más altura evitan las quemaduras en el fruto ya que no permiten que los rayos del sol incidan directamente sobre ellos.

De la hoja solamente se eliminó la lámina foliar, el peciolo se dejó unido al tallo ya que posteriormente él se desprende por sí solo, y se procede a la recolección manual y al desecho fuera de la parcela.

3.3.4.3 Aplicación de los tratamientos

El día 15 de julio del 2017, se iniciaron las aplicaciones de los diferentes fungicidas biológicos, se utilizó una bomba de espalda de 20 litros y el mismo operador durante todo el ensayo. Al concluir cada aplicación se realizó un triple lavado para la desinfección y 10cc de acetona en el primer lavado para eliminar los residuos del producto utilizado. Todas las mezclas se hicieron en base a 3 litros de agua.

Cabe destacar que en la primera aplicación de todos los fungicidas biológicos estuvieron presentes sus distribuidores y dieron sus indicaciones para la aplicación del producto a lo largo del ensayo.

El tratamiento #1 fue aplicado bajo la supervisión de su distribuidor durante todo el proceso de 3 meses y se utilizó una bomba de espalda distinta y también se omitió el enjuague con acetona.

En algunas ocasiones se utilizó una mezcla de tensoactivos que reducen la tensión superficial, situación con lo que se mejora la capacidad de mojado e infiltración y también se añadió un aditivo no iónico por motivos de mal tiempo.

El tratamiento 5, fue un control químico y se aplicó con una bomba distinta a la que se aplicaban los productos biológicos.



FIGURA #6: Aplicación foliar.

Fuente: El Autor.



FIGURA #7: Aplicación al suelo.

Fuente: El Autor.

3.3.4.3 Dosificaciones de los tratamientos

A continuación, se aprecia la identificación y la dosis de cada tratamiento utilizado durante la investigación. (CUADRO IV).

CUADRO IV. IDENTIFICACIÓN Y DOSIS DE CADA TRATAMIENTO UTILIZADO EN EL ENSAYO

Tratamiento	Color	TABLA DE DOSIFICACIÓN	
		Dosis de Producto Comercial Foliar	Dosis de Producto Comercial Suelo
1	Verde	3cc de BioQ y 5g de BioFungo en 3 litros de agua.	20cc de Bacthon + 5 gramos de TrichoD +5 gramos de MicosPlag en 3 litros de agua.
2	Amarillo	7cc de Amilo-X en 3 litros de agua.	10.5cc en 3 litros de agua.
3	Rosado	15cc de Bioprotection BD y 90cc de Bioprotection TR en 3 litros de agua.	15cc de Bioprotection BD y 90cc de Bioprotection TR en 3 litros de agua.

4	Azul	7.8cc de BioReach en 3 litros de agua.	7.8cc de BioReach en 3 litros de agua.
5	Rojo	3 gramos en 3 litros de agua.	

Fuente: El autor

3.3.4.4 Recolección de muestras de suelo para determinar la existencia de población de fitonematodos

Se realizó un muestreo de suelo para determinar la existencia de fitonematodos en el área del ensayo. Se procedió a extraer una muestra por árbol, con un total de 20 submuestras por tratamiento para un conteo de nematodos inicial, se utilizó el barreno para la extracción de las submuestras y bolsas plásticas para el transporte al laboratorio (ver anexo #9).

El 22 de septiembre se realizó la extracción del segundo muestreo de nematodos utilizando el mismo procedimiento anterior (ver anexo #14).

3.3.5 Labores de laboratorio

3.3.5.1 Conteo de nematodos

Para realizar el conteo inicial de los nematodos se llevaron y procesaron las muestras al laboratorio de Fitopatología, para lo cual se utilizaron 100 gramos de suelo y una placa con una capacidad de 1.64cc.

En lo que se refiere al proceso de las muestras de suelo obtenidas en los tratamientos de la parcela experimental, se utilizó el método de centrifugación y

flotación en azúcar; para el cual primero se pesaron 100 gramos de suelo y se mezclaron con 250cc de agua, luego de haber pasado de 20 a 30 segundos se vertió el agua suspendida de la mezcla evitando los residuos de tierra, esta se pasó a través de los diferentes tamices que fueron puestos uno encima del otro, el primero fue de 40 mesh, el segundo de 200 mesh y el tercero de 325 mesh con el objetivo de eliminar los residuos vegetales de las muestras de suelo.

Los nematodos fueron detenidos en el último tamiz y con una botella lavadora se pasaron a un vaso químico y se repartió la solución en partes iguales en 4 viales, una vez listos los viales se colocaron en la centrifugadora durante 5 minutos a 3,500rpm, esto provocó que debido a la densidad los residuos junto con los nematodos se precipitaran al fondo de los viales, luego se retiraron los viales de la centrifuga y se le introdujo un sifón para descartar el líquido y dejar los nematodos en el fondo del vial, se le agregó la solución azucarada y con un policía se revolvió para evitar la plasmólisis y se introdujo nuevamente a la máquina de centrifugación, donde estuvo por 3 minutos a 3,500rpm.

Para finalizar se sacaron los viales de la centrifuga y se vertieron en un tamiz de 500 mesh lo más rápido posible para evitar la plasmólisis por la concentración de azúcar y con una botella lavadora se extrajeron los nematodos retenidos en el tamiz para verterlos en un vial con la fecha y el número de tratamiento. Cabe destacar que se utilizó el mismo procedimiento con las 5 muestras de los 5 tratamientos.

Para el conteo de la población de fitonematodos, se utilizó una probeta para calcular la alícuota dentro del vial, luego se extrajo de la alícuota una porción de

1.64cc para rellenar la placa contadora, llena la placa se procedió a realizar el conteo en el microscopio.

El 22 de septiembre se realizó la extracción del segundo muestreo de nematodos utilizando el mismo procedimiento anterior con la diferencia que se utilizó una placa de 5.04cc para el conteo de nematodos en el microscopio (ver anexos #10 y #15). Cabe destacar que el único tratamiento que utilizó un producto nematicida fue el tratamiento #1.

3.3.5.2 Cultivo de suelo

Se realizó un cultivo a las diferentes muestras de suelo de los tratamientos del ensayo para lo cual se utilizó el medio de cultivo PAPA DEXTROSA AGAR (PDA), de la casa comercial Scharlau. Esta prueba consistió en la colocación de 39 gramos del producto en un litro de agua destilada, una vez juntos se dejaron reposar de 10 a 15 minutos y luego se llevaron a la plancha donde se le incorporó el imán para revolver y luego fueron calentados hasta el punto de ebullición por un minuto hasta que se disolviera por completo la mezcla, de último se procedió a esterilizar el medio en la autoclave a 121°C con 15 libras de presión durante 15 minutos.

Para la preparación de los platos Petri con el medio de cultivo se procedió a esterilizar la cámara de flujo laminar para lo cual se trabajó con todas las medidas de asepsia posibles. Una vez esterilizados los platos Petri se vertió una

pequeña muestra de cada tratamiento en cada plato, obteniéndose un total de 5 muestras, luego de obtenidas se procedió a sellar y rotular las muestras con la fecha y el número de tratamiento (ver anexo #12), una vez identificadas las muestras fueron llevadas a la incubadora por 4 días para luego ser observadas al microscopio.

3.3.5.3 Cultivo de hojas

Para el cultivo de hojas se utilizó el mismo medio de cultivo que para el suelo el cual fue detallado anteriormente, el medio se procedió a calentar para su disolución y distribución en los platos Petri tomando las mismas medidas de higiene mencionadas anteriormente.

Las hojas de los tratamientos fueron esterilizadas e introducidas a la cámara de flujo laminar junto con un juego de disección completamente estéril para proceder a cortar dos muestras por hoja, a las muestras se le cortaron manchas angulares y manchas de efecto perdigón, las primeras fueron rotuladas con las iniciales M.A y las segundas con las iniciales E.P. Las muestras se sembraron y se les procedió a sellar, rotular y poner la fecha en los platos Petri, luego fueron llevados a la incubadora y una semana después se observaron los resultados al microscopio (ver anexo #13).

3.3.5.4 Observación de las hojas al microscopio

Se realizó un muestreo de las hojas a través del procedimiento de raspado en las lesiones de las hojas, para ello fue necesario colocar la muestra con una gota de agua en el portaobjeto y ser observadas al microscopio.

3.3.5.5 Observación de las raíces al microscopio

Debido a que dos árboles del tratamiento uno de la repetición 1 y 3 presentaron pudrición basal es que se procedió a tomar una muestra de raíces y se llevaron al laboratorio el día 31 de octubre para ser observados y analizados por medio del microscopio. (Ver fotos de campo en Anexo # 17).

3.3.5.6 Observación de los frutos al microscopio

Con la finalidad de observar el estado de los frutos de papaya es que se seccionó la parte afectada de los frutos por medio de un pequeño raspado, este fue colocado en un portaobjeto vertiéndose una gota de agua sobre el mismo, se difumino y colocó el cubre objeto procediéndose a observar en el microscopio.

Cabe mencionar que este proceso se realizó múltiples veces con diferentes frutos de los tratamientos utilizados en el ensayo.

3.3.5.7 Conteo de frutos afectados por *Colletotrichum spp.*

Las variables evaluadas fueron: **Incidencia (%)** de antracnosis y porcentaje de frutas con antracnosis cuando las mismas habían alcanzado la maduración,

indicado por el cambio de color de la cáscara de verde a un 100% amarillo y la **Severidad (%)** de antracnosis en fruta, se calculó haciendo una observación visual del porcentaje de síntomas en la fruta madura en plantas a partir de los seis meses de edad. Las muestras para incidencia y severidad de antracnosis constaron de 2 frutos provenientes de cada repetición, para un total de 10 frutas por tratamiento.

Para el conteo de los frutos afectados por antracnosis es que la papaya se cosechó a una madurez fisiológica de 3 bandas amarillas y se almacenó a temperatura ambiente (24 – 30 °C) en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá con sede en la Provincia de Chiriquí.

Así como para la evaluación de las variables incidencia y severidad de la antracnosis en los frutos de papaya fue necesario diseñar una escala visual (CUADRO V), esta evaluación se realizó a los 0, 4 y 8 días después de la cosecha. Los puntos medios fueron utilizados para hacer una estimación del área enferma de la fruta. La incidencia fue determinada como el porcentaje de frutos que presentaron síntomas de la antracnosis.

Para determinar el porcentaje de infección fue necesario esperar a que se diera inicio a la aparición de los primeros síntomas de daños causados por hongos en las frutas de papaya, para el cálculo del porcentaje de infección se procedió a dividir el número de frutos infectados entre el total de frutos y para determinar el

índice de severidad, se consideró la superficie total del fruto como el 100% y se dividió longitudinalmente en cuatro partes iguales.

CUADRO V. ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS EN FRUTOS DE PAPAYA.

Grados de severidad	% de área enferma
0	0
1	1 – 5
2	6 – 10
3	11 – 15
4	16 - 20
5	> 20

Fuente: El autor.

Para facilitar la valoración del daño visual se estableció una escala arbitraria con cuatro categorías, esta se estableció a partir del porcentaje de la superficie infectada exhibida por el fruto, para lo cual se le dio un valor: 0 = sin daño; 1 = 1 - 5% daño ligero; 2= 6-10% daño ligero moderado; 3=11-15% daño moderado; 4=16-20% daño severo.

El índice de Severidad (IS) fue calculado mediante la fórmula de Townsend y Heuberguer, la cual se aprecia a continuación:

$$IS = \sum nb / (N-1) T \times 100$$

Donde:

IS= Índice de severidad

n= Número de frutos en cada grado.

b= Grado.

N= Número de grados empleados en la escala.

T= Número total de frutos evaluados.

El análisis de varianza se realizó con el programa de Análisis Estadístico SAS, CA USA 2008, a través de un análisis de varianza (ANDEVA) con una sentencia proc glm y la prueba de medias de Tukey.

El día 16 de octubre de 2017 se recolectaron 10 frutas de cada tratamiento haciendo un total de 50 papayas todas con las mismas características fisiológicas. Posteriormente se rotularon las 10 papayas de los 5 tratamientos de la siguiente manera:

- T1= números
- T2= letras
- T3= números romanos
- T4= signos
- T5= 1ero, 2do...

El día 19 de octubre de 2017 se realizó la primera observación de las frutas que presentaban lesiones de *Colletotrichum spp* para lo cual se consideró la madurez fisiológica de las frutas de papaya, y la última observación y se midieron los grados Brix con un refractómetro digital graduado de 0 a 32%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Cuento de las poblaciones de nematodos

Cabe destacar que al realizar los conteos inicial y final de las poblaciones de fitonematodos, se logró observar la presencia de dos especies: *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*, en donde la especie predominante de ambos conteos fue *Helicotylenchus spp.*

CUADRO VI. CONTEO DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS.

Tratamiento	<i>Helicotylenchus spp.</i>		<i>Pratylenchus sp.</i>	
	Inicial	Final	Inicial	Final
1	1,870	88	114	0
2	1,393	168	45	69
3	253	150	0	24
4	307	75	0	122
5	656	45	0	28

Fuente: El autor

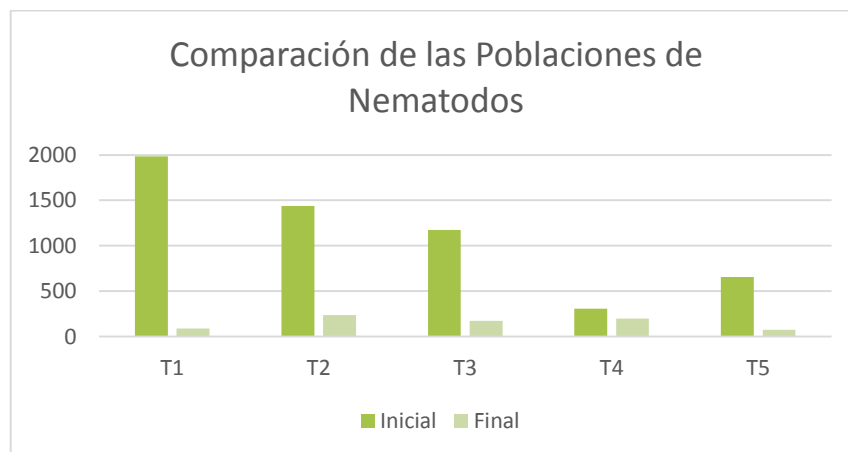
CUADRO VII. RESULTADOS DE LA POBLACIÓN DE NEMATODOS EN 100 GRAMOS DE SUELO.

Tratamiento	Inicial	Final
1	1,984 nematodos	88 nematodos
2	1,438 nematodos	237 nematodos
3	1,172 nematodos	174 nematodos
4	307 nematodos	197 nematodos
5	656 nematodos	73 nematodos

Fuente: El autor.

Luego de tres meses de aplicaciones se determinó que ninguno de los tratamientos (controles biológicos y el control químico o absoluto) aumento su población de fitonematodos, debido a que todos redujeron la población a pesar de que el tratamiento 1 fue el único que utilizó un nematicida. (Grafica I).

GRAFICA I: COMPARACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NEMATODOS EN 100 GRAMOS DE SUELO



Fuente: El autor

Por medio de la presente investigación se encontró en el sistema radicular de las plantas de papaya la presencia de dos géneros de fitonematodos, a saber: *Pratylenchus sp* y *Helicotylenchus spp*, este resultado concuerda con lo encontrado por Gallardo (2014) en plantaciones de papaya en Colima-México, el cual encontró once géneros de fitonematodos (*Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Trophurus*, *Tylenchorrhynchus*, *Tylenchus*, y *Meloidogyne*) y entre ellos se encontraban los dos anteriores. Cabe mencionar que este tipo de fitoparásitos se han reportado en países como Brasil, México, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Jamaica, Puerto Rico, Bermudas, Surinam y Trinidad (Sosa-Moss, 1985).

De acuerdo a Gallardo (2014) de los once géneros de fitonematodos encontrados por el en Colima-México hay cuatro que se presentan con mayor abundancia y dominancia en los plantíos de papaya, a saber: *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* incógnita. Estos últimos provocan agallas o daños mecánicos que pueden facilitar la invasión secundaria de otros fitopatógenos.

4.1.1 Análisis de varianza para las poblaciones de nematodos

El ANDEVA nos indica que existe diferencias altamente significativas con un $Pr > F = 0.0001$, $R^2 = 0.97$ explica la variación entre tratamientos y $C.V. = 15.78$ expresan que el diseño utilizado se aplica a el estudio y es de poca variabilidad sus datos tienden a ser homogéneos por tratamiento.

CUADRO VIII: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA RESPUESTA DE LAS POBLACIONES DE *Helicotylenchus spp.* A LOS TRATAMIENTOS.

FV	GL	SC	F	Pr > F
Tratamiento	4	989.58	138.91	0.0001**
Bloque	4	15.87	2.23	0.1118 ^{ns}
Error	16	28.49		
Total	24	1033.95		
CV= 15.78	R ² = 0.97			

ns= Indica un efecto no significativo

**= Indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 1%

CUADRO VIX: PRUEBA DEL RANGO ESTANDARIZADO DE TUKEY (HSD) A UN 0.05 PARA LA POBLACIÓN DE *Helicotylenchus spp.*

Tratamientos	Medias	Agrupamiento de Tukey
1	0.76	a
5	5.68	b
4	6.33	b
3	9.85	c
2	19.61	d

Primer grupo: (a) Indica que el T1 fue el mejor control para la población de *Helicotylenchus spp.*

Segundo grupo: (b) Indica que los tratamientos T4 y T5 tuvieron un mejor resultado que los tratamientos T2 y T3 en el control de la población de *Helicotylenchus spp.*

Tercer grupo: (c) Indica que el tratamiento T3 tuvo un mejor resultado que el T2 en el control de la población de *Helicotylenchus spp.*

Cuarto grupo: (d) Indican que el tratamiento T2 tuvo el menor control de la población de *Helicotylenchus spp.*

CUADRO X: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA RESPUESTA DE LAS POBLACIONES DE *Pratylenchus spp.* A LOS TRATAMIENTOS.

FV	GL	SC	F	Pr > F
Tratamiento	4	297.10	78.0	0.0001**
Bloque	4	2.88	0.76	0.5684 ^{ns}
Error	16	15.23		
Total	24	315.21		

CV=19.11

R²= 0.95

NS= Indica un efecto no significativo

**= Indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 1%

El ANDEVA nos indica que existe diferencias altamente significativas con un Pr>F= 0.0001, R² = 0.95 explica la variación entre tratamientos y C.V.= 19.11 expresan que el diseño utilizado se aplica a el estudio y es de poca variabilidad sus datos tienden a ser homogéneos por tratamiento.

CUADRO XI: PRUEBA DEL RANGO ESTANDARIZADO DE TUKEY (HSD) A UN 0.05 PARA LAS POBLACIONES DE *Pratylenchus spp.*

Tratamientos	Medias	Agrupamiento de Tukey
1	0.00	a
3	3.21	b

5	4.58	b
2	8.06	c
4	9.66	c

Primer grupo: (a) Indica que el T1 fue el mejor control para eliminar la población de *Pratylenchus sp.*

Segundo grupo: (b) Indica que los tratamientos T3 y T5 tuvieron un mejor control que el T4 y el T2 en el control de la población de *Pratylenchus sp.*

Tercer grupo: (c) Indican que los tratamientos T2 y T4 tuvieron un menor control de la población de *Pratylenchus sp.*

4.2 Cultivo de suelo y de hojas

De acuerdo con el análisis realizado por medio del cultivo de suelo en el Laboratorio de Fitopatología, se lograron observar en el tratamiento 1, la presencia *Rhizoctonia sp.* y *Colletotrichum spp.*, en el tratamiento 2, la presencia de *Rhizoctonia sp.*, *Oidium sp.* y *Pythium sp.*, en el tratamiento 3, la presencia de *Rhizoctonia sp.*, *Trichoderma asperellum*, *Cladosporium spp.* y *Penicillium sp.*, en el tratamiento 4 la presencia de *Rhizoctonia sp.* y *Colletotrichum spp.* y en el tratamiento 5, la presencia de *Rhizoctonia sp.*, *Colletotrichum spp.*, un nematodo y *Pythium sp.*, tal y como se puede apreciar en el cuadro XII.

CUADRO XII. HONGOS PRESENTES EN LA MUESTRA DE SUELO

Tratamiento	Hongos observados
1	<i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>
2	<i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Oidium sp.</i> y <i>Pythium sp.</i>
3	<i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Trichoderma asperellum</i> , <i>Cladosporium spp.</i> y <i>Penicillium sp.</i>
4	<i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>
5	<i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Colletotrichum spp.</i> , un nematodo y <i>Pythium sp.</i>

Fuente: El autor

Cabe mencionar que *Rhizoctonia sp.* fue el hongo imperante en todos los tratamientos, se determinó el control de los tratamientos biológicos redujo e incluso eliminó la presencia de *Colletotrichum spp.*, como es el caso del tratamiento 3 al inocular una muestra de suelo.

De acuerdo con el análisis realizado para el cultivo de hojas por medio de dos muestreos, se determinó que en el tratamiento 1, 4 y 5 existió la presencia de *Rhizoctonia sp.* y *Colletotrichum spp.* mientras que en el tratamiento 2 y 3 se dio la presencia de *Rhizoctonia sp.*, tal y como se puede apreciar en el cuadro XIII.



FIGURA #8: Observación de *Oidium sp.* *Fuente:* El Autor.

Las enfermedades de las plantas son uno de los principales problemas que tiene que afrontar la agricultura, ya que reducen las cosechas y disminuyen la calidad del producto causando pérdidas económicas significativas (García 2000).

En junio de 2008, en el módulo de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, se observaron síntomas en las plantas de papaya tales como amarillamiento, necrosis de hojas y frutos, crecimiento anormal, pudrición de tallo y frutos, manchas en las hojas y en los frutos; tales síntomas pueden ser causados por diferentes tipos de microorganismos, los cuales deben ser identificados para posteriormente controlarlos eficazmente. La mejor forma de diagnóstico de las infecciones producidas por hongos y bacterias fitopatógenos es a través de la evidencia microbiológica. Por lo tanto, se debe iniciar con el diagnóstico de las mismas en el laboratorio.

Los hongos *Oidium sp*, *Alternaria sp* y *Curvularia sp* fueron aislados a partir de las hojas, siendo el más predominante *Curvularia sp* y *Rhizoctonia sp* se aisló únicamente de la raíz y del tallo; resultados similares se obtuvieron en los aislamientos que incubamos en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con sede en Chiriquí como fue *Oidium sp*, *Rhizoctonia sp* y *Fusarium sp*.

Este hongo *Oidium caricae* produce la enfermedad conocida como mildiu polvoriento, la cual afecta a las hojas y a los frutos. En plántulas puede invadir todos los órganos (Durán y Mora 1999). Comienza con manchas amarillas en la cara superior e inferior de las hojas, cubiertas por un polvo blanquecino, las mismas comienzan a secarse y posteriormente se caen (Fariñas 1990). En

medios de cultivos de PDA una vez que el hongo crece presenta micelio color negro en el centro y que se vuelve grisáceo hacia los bordes. Se caracteriza porque los conidióforos están compuestos por conidias hialinas en cadenas. La materia orgánica de hojas al caerse seca se mezcla con el suelo observándose las arthrosporas de este hongo como las que se observaron en el laboratorio y en el campo los fungicidas biológicos aceleran la descomposición de la materia orgánica y se identificaron los géneros *Colletotrichum sp*, *Fusarium sp*, *Corynespora sp*, *Rhizoctonia sp* y *Oidium sp* que son géneros asociados al cultivo de papaya en el módulo de agricultura orgánica se observaron de los crecimientos de los medios de cultivos.

CUADRO XIII. HONGOS PRESENTES EN EL CULTIVO DE HOJAS

Tratamiento	Hongos observados	
	Muestra 1	Muestra 2
1	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i>
2	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i>	E.P: <i>Rhizoctonia sp.</i>
3	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i>	E.P: <i>Rhizoctonia sp.</i>
4	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>
5	M.A: <i>Rhizoctonia sp.</i>	E.P: <i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>

Fuente: El autor

4.3 Observación de las hojas y frutos al microscopio

Por medio de la observación de las hojas al microscopio se determinó la presencia de *Rhizotocnia sp* en los tratamientos 2,3 y 4, la presencia de

Colletotrichum spp solamente en el tratamiento 4 y la presencia de *Pithomyces sp* y *Corynespora sp* solamente en el tratamiento 1. (Cuadro XIV)

CUADRO XIV. HONGOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE HOJAS

Tratamiento	Hongos Observados
1	<i>Pithomyces sp.</i> y <i>Corynespora sp.</i>
2	<i>Rhizoctonia sp.</i>
3	<i>Rhizoctonia sp.</i>
4	<i>Rhizoctonia sp.</i> y <i>Colletotrichum spp.</i>
5	<i>Rhizoctonia sp.</i>

Fuente: El autor

Por medio de la observación de los frutos al microscopio se determinó la presencia de *Colletotrichum spp* y *Fusarium spp* en el tratamiento 1, de *Corynespora sp* y *Colletotrichum spp* en el tratamiento 2, de *Mucor sp*, *Fusarium spp.*, *Corynespora sp* y *Cladosporium spp* en el tratamiento 3, de *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia sp.* y *Colletotrichum spp* en el tratamiento 4 y de *Colletotrichum spp* en el tratamiento 5, tal y como se aprecia en el cuadro XV.

CUADRO XV. HONGOS PRESENTES EN LOS FRUTOS

Tratamiento	Observación al microscopio
1	<i>Colletotrichum spp</i> y <i>Fusarium spp</i>
2	<i>Corynespora sp</i> y <i>Colletotrichum spp</i>
3	<i>Mucor sp</i> , <i>Fusarium spp</i> , <i>Corynespora sp</i> y <i>Cladosporium spp</i>
4	<i>Fusarium spp</i> , <i>Rhrizoctonia sp</i> y <i>Colletotrichum spp</i>

Fuente: El autor

4.4 Observación de las raíces al microscopio

Ambas muestras se observaron al microscopio y se observó que la muestra de la primera raíz existía la presencia de macro y micro conidias del hongo *Fusarium spp*; mientras que en la segunda muestra de la raíz del segundo árbol con pudrición basal se encontró además de la presencia del hongo *Fusarium spp.*, un nematodo de vida libre y el hongo *Cladosporium spp.*



Figura #9: Muestra de raíz.

Fuente: El Autor.

Autor.

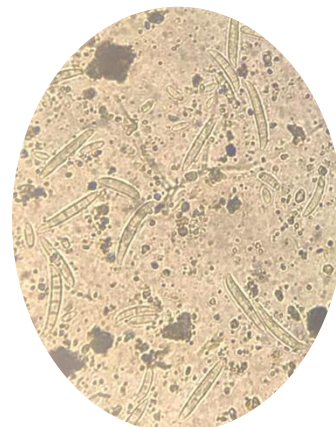


Figura #10: Observación de *Fusarium spp.*

al microscopio. *Fuente:* El

Sugiere Morales y otros (1980), que el hecho que con frecuencia varias especies de *Fusarium* aparezca en los aislamientos en medio PDA se debe a que la pudrición radical de la papaya es una enfermedad en la cual además de

Phytophthora sp. intervienen otros hongos; sin embargo, se hace necesario realizar estudios más detallados en con el fin de determinar el efecto de estos hongos sobre la pudrición radical de la papaya.

4.5 Conteo de frutos afectados por *Colletotrichum spp.*

Con el propósito de determinar el número de frutos afectados por antracnosis es que se realizó un conteo inicial a los tres días después de haberse cosechado la fruta y posteriormente se hizo un conteo final cuatro días después de iniciado el primero, por consiguiente, las frutas permanecieron siete días en el Laboratorio de Fitopatología para ambas muestras, a estas frutas se les aplico los parámetros establecidos en el cuadro V.

En el cuadro XI se puede apreciar como el número de frutas de papaya evaluadas en el primer conteo vario desde 1 hasta 5 papayas mientras que para el segundo conteo vario desde 4 hasta 10 frutas, cabe mencionar que tal y como se expresó anteriormente la primera evaluación se hizo a los tres días de cosechado y la segunda a los siete días después para un intervalo de cuatro días en la primera y la segunda.

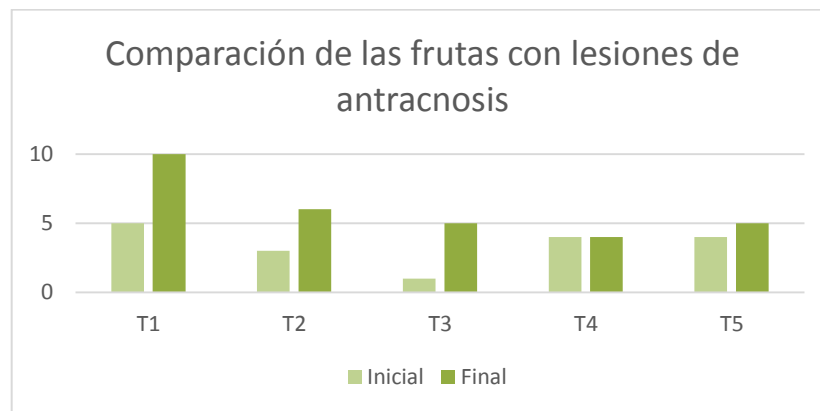
CUADRO XVI. NÚMERO DE FRUTAS AFECTADAS POR *Colletotrichum spp.*

TRATAMIENTO	CONTEO 1	CONTEO 2
1	5 papayas	10 papayas
2	3 papayas	6 papayas
3	1 papayas	5 papayas
4	4 papayas	4 papayas

Fuente: El autor

Los resultados del programa estadístico SAS CA USA 2008 arrojan que no existe una diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, cabe mencionar que el tratamiento 4 de la empresa Advanced Biocontrollers, mantuvo 6 frutos libres de lesiones de antracnosis a diferencia de los demás productos.

GRAFICA II: CONTEO INICIAL Y FINAL DE PAPAYAS CON LESIONES DE ANTRACNOSIS



Fuente: El autor

4.5.1 Análisis de varianza para los frutos afectados por *Colletotrichum spp.*

Partiendo del hecho que un análisis de la varianza permite determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o por el contrario

puede suponerse que sus medias poblacionales no difieren, es que se procedió a elaborar el cuadro XII para frutos afectados por *Colletotrichum spp*, una vez finalizado se pudo encontrar que no existió diferencias significativas entre tratamientos y bloques o repeticiones.

CUADRO XII: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS FRUTOS AFECTADOS POR *Colletotrichum spp*.

FV	GL	SC	F	Pr > F
Tratamiento	4	1.8400000	0.86	0.5088 ^{ns}
Bloque	4	1.0400000	0.49	0.7459 ^{ns}
Error	16	8.5600000		
Total	24	11.4400000		

CV=7.848036

ns= Indica un efecto no significativo

4.5.2 Porcentaje de infección de los tratamientos

Como se mencionó anteriormente para determinar el porcentaje de infección fue necesario esperar a que diera inicio la aparición de los primeros síntomas de daños causadas por hongos en las frutas de papaya, para el cálculo del

porcentaje de infección se procedió a dividir el número de frutos infectados entre el total de frutos y para determinar el índice de severidad, se consideró la superficie total del fruto como el 100% y se dividió longitudinalmente en cuatro partes iguales.

Cabe mencionar que para determinar el grado de severidad se cosecharon 10 frutas de papaya por cada uno de los cinco tratamientos, en el momento de la cosecha de los frutos presentaron un grado 0 de severidad o el porcentaje de área enferma fue de 0.

La primera evaluación se realizó a los cuatro días después de cosechada la fruta, se halló que el tratamiento 1 presentaba los grados del 0 al cinco menos el 3, el tratamiento 2 presentaba solamente los grados 4 y 5, el tratamiento 3 presentaba solamente el grado 5, el tratamiento 4 presentaba solamente los grados 1 y 4, el tratamiento 5 presentaba los grados 3 y 4.

La segunda evaluación se realizó a los ocho días después de cosechada la fruta se encontró que el tratamiento 1 presento un grado 5, los tratamientos 2-3-4-5 presentaron solamente los grados 0 y 5. (Cuadro XIII)

CUADRO XIII: RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN

Tratamiento	% de infección Cosecha		% de infección 4 días		% de infección 8 días		Promedio
	# de papayas	Grados de severidad	# de papayas	Grados de severidad	# de papayas	Grados de severidad	
1	10	0	5 1	0 1	10	5	1

			3	4				
			1	5				
			7	0	4	0		
2	10	0	1	4	6	5		0.6
			2	5				
			9	0	5	0		
3	10	0	1	5	5	5		0.5
			6	0	6	0		
4	10	0	1	1	4	5		0.4
			3	4				
			6	0	5	0		
5	10	0	2	3	5	5		0.5
			2	4				

Fuente: El autor.

4.5.3 Análisis de incidencia y severidad

En el campo de la epidemiología, el término de incidencia (es subjetiva) es sin duda uno de los más importantes ya que tiene que ver con el aumento que una enfermedad puede mostrar a lo largo del tiempo, permitiendo así la evaluación del daño, su análisis y posible solución.

En lo que se refiere al porcentaje de incidencia en la presente investigación se encontró lo siguiente: el tratamiento 1 presentó un 100%, el tratamiento 2 un 60%, los tratamientos 3 y 5 un 50% mientras que el tratamiento 4 presentó un 40%.

Por otra parte, la severidad (es subjetiva) es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo; hace referencia al porcentaje (%) del área necrosada o enferma de una

hoja, fruto y espiga entre otros. Es el parámetro que mejor está relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados.

En lo que se refiere al porcentaje de severidad se encontró que el tratamiento 1 presento un 100%, el tratamiento 2 un 75%, los tratamientos 3 y 5 un 62,5% mientras que el tratamiento 4 presento un 50% tal y como se puede apreciar en el cuadro XIX.

Es importante manifestar que para la presente investigación el número de frutas con antracnosis se le denominó como incidencia mientras que el porcentaje de daño en la fruta se designó como severidad.

CUADRO XIX: PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE *Colletotrichum spp.* EN LOS TRATAMIENTOS

<i>Tratamiento</i>	% de incidencia	% de Severidad
1	100%	100 %
2	60%	75%
3	50%	62.5%
4	40%	50%
5	50%	62.5%

Fuente: El autor.

Para compilar el cuadro XX donde se resume el resultado del índice de la severidad del daño causado por *Colletotrichum spp.*, este se realizó exclusivamente en forma visual, de esta manera se obtuvo el área de la

superficie total de cada fruta afectada por lesiones y se obtuvo así la severidad real; Arauz, citado por Córdoba (1993).

Los índices de severidad en el momento de la cosecha para los cinco tratamientos fue de 0%; a los cuatro días después de cosecha los índices de severidad por tratamiento fueron: tratamiento 1 con un 45%, tratamiento 2 con un 35%, tratamiento 3 con un 12,5%, tratamiento 4 con un 32,5% y el tratamiento 5 con un 35%; a los ocho días después de cosecha los índices de severidad por tratamiento fueron: tratamiento 1 con un 100%, tratamiento 2 con un 75%, tratamiento 3 con un 62,5%, tratamiento 4 con un 50 y el tratamiento 5 con un 62,5%.

CUADRO XX: ÍNDICE DE SEVERIDAD EN LOS TRES CONTEOS

Tratamiento	índice de severidad Cosecha	índice de severidad 4 días	índice de severidad 8 días
1	0	45%	100%
2	0	35%	75%
3	0	12.50%	62.50%
4	0	32.50%	50%
5	0	35%	62.50%

Fuente: El autor.

El 100% de los frutos del **tratamiento 1** presentaron antracnosis, con un promedio de 100% de severidad en la fruta. Este tratamiento se podría

considerar como el de menor eficacia en la protección de las frutas que mostraron ser las más susceptibles de todas las evaluadas a la antracnosis.

El **tratamiento 2** también presentó ser poco eficaz en la protección de los frutos con una alta susceptibilidad marcada, con incidencias y severidades por encima del 60 y 75%, respectivamente.

Los **tratamientos 3 y 5** presentaron solo un 50% de incidencia y una severidad de 62.5% en la fruta donde su eficacia fue regular.

Sin embargo, los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia del 40% y severidad de 50% en el **tratamiento 4** indica una mayor eficacia de control de la antracnosis. En este sentido, podemos concluir que fue el mejor tratamiento en este ensayo.

Al ser la fruta de papaya climatérica produciendo cantidades significativas de etileno, juntamente con la presencia de un alto ritmo respiratorio, es que en la investigación se estableció la importancia de medir los grados brix existente en la fruta de los 5 tratamientos, para lo cual se utilizó un refractómetro digital graduado de 0 a 32%.

Considerando que para los envíos aéreos de fruta de papaya se debe considerar fruta hasta con un 40% de maduración y con un contenido de grados brix que oscile entre 10-11,5, es que se realizó el siguiente análisis para cada uno de los tratamientos.

Los tratamientos 1, 3 y 5 presentaron al momento de la cosecha los mejores grados brix, el tratamiento 2 estuvo por debajo incluso en ocasiones no maduro, además fue muy susceptible a los daños físicos y al deterioro en general por lo que se considera que su manejo debería ser muy cuidadoso; el tratamiento 4 demoró la maduración del fruto y disminuyó su período en estantería lo que afecta su venta ya que se sobremadura.

Los grados Brix para la venta local y para la exportación oscilan entre 10-11,5 ° de acuerdo al cuadro XXI el tratamiento 4 posee el mayor grado con un 15,3°, seguido del tratamiento 3 con un 13,3°, luego le siguen el tratamiento 5 con un 11,5° y por último el tratamiento 1 con un 11,8°. Cabe indicar que la fruta del tratamiento 2 alcanzo un 7,9 de grados brix lo que no le permite alcanzar el valor de 10 ° que es el rango mínimo requerido para fruta de exportación.

CUADRO XXI: GRADOS BRUX EN LAS PAPAAYAS DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	° Brix / \bar{x} / 10 Frutos
1	11,8
2	7,9
3	13,3
4	15,3
5	11,5

Fuente: El autor.

5. CONCLUSIÓN

Basado en los resultados obtenidos en este ensayo se pudo concluir lo siguiente:

De acuerdo con la ANOVA no se encontró diferencia significativa entre los productos biológicos evaluados versus el control químico, esto permite su incorporación en los programas fitosanitarios de la papaya dándole un valor agregado al no contener residuos de fungicidas sintéticos.

En cuanto al control de nematodos, el tratamiento 1 presenta las poblaciones de los nematodos *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.* más bajas, por ende, este es el mejor tratamiento para el control de estos géneros.

6. RECOMENDACIONES

1. Los productos biológicos utilizados en este ensayo obtuvieron un resultado similar al testigo o control químico por lo tanto es recomendable su uso ya que generan un control sobre la enfermedad y son más amigables con el ambiente.

2. Se debería realizar un ensayo similar, pero de una mayor duración para evaluar la efectividad de los fungicidas biológicos a largo plazo ya que al ser microorganismos pueden tener un mejor control si su uso es más prolongado.
3. Dada la disminución en la población de los fitonematodos en los diversos tratamientos se recomienda realizar un estudio para determinar la eficacia de estos productos en el control de nematodos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Advanced Biocontrollers, 2017. BIOREACH. Consultado el 13 de febrero de 2018. Disponible en: <http://www.abiocontrollers.com/productos/bioreach/>

Agro Pro-Centroamérica S.A., 2017. AMYLO-X 25 WG. Consultado el 18 de febrero de 2018. Disponible en: <http://www.agroproca.com/productos/?producto=6>

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdoba, 2008. Ficha técnica de la papaya. Consultado el 22 de mayo de 2017. Disponible en: <http://resultados1.com/caja-ue/images/stories/fichas/el-salvador/sv-papaya.pdf>

Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT). 1998. El cultivo del papayo: aspectos de la producción, manejo en postcosecha y comercialización. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. Boletín Técnico 13. 30 p.

CNP 2007. Situación del mercado de la papaya. Mercanet. Boletín # 1 agosto 2007 1 p. www.cnp.go.cr/index.php?r:13175. 28 agosto 2007.

Córdoba; M. 1992. Prueba de fungicidas para el combate de la antracnosis en mango. Tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica. Facultad de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica

Durán, J; Mora, D. 1999. Diagnóstico de las enfermedades postcosecha de la papaya. Costa Rica. Agronomía Costarricense 12 (1): 7-18

Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A, 2017. Datos Históricos. Consultado el 22 de mayo de 2017. Disponible en: http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=4

Espino Ana, 1995. Técnicas del cultivo de la papaya en Canarias. Consultado el 10 de julio de 2018. Disponible en:

<http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/docs/otros/publicaciones/cuadernos/PAPAYA.pdf>

Fariñas, ME. 1990. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la Papaya en Cuba. CIDA. 32 p

Gallardo José Ángel, 2014. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Colima, México. Consultado el 11 de julio de 2018.

Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000200012

García, G. 2000. Aspectos Técnicos que Garantizan el Establecimiento de Plantaciones de Papaya. Revista Agricultura Técnica. Santo Domingo, Ecuador. 29 p.

Jaraba, J. y Lozano, Z. 2002 *Meloydogine javanica* (Treub, 1985) Chitwood, 1949: Nematodo del nudo radical en papaya (*Carica papaya* L) En Tierralta, Córdoba. ASCOLFI INFORMA 28:2-4

Laboratorios Doctor Obregón, 2017. Bioprotection BD. Consultado el 14 de mayo del 2017. Disponible en: <https://www.doctor-obregon.com/descomponedoras>

Laboratorios Doctor Obregón, 2017. Bioprotection TR. Consultado el 14 de mayo del 2017. Disponible en: <https://www.doctor-obregon.com/tricho>

La Fruticultura en Panamá: su potencial socioeconómico e iniciativas para su desarrollo / IICA, MIDA, IDIAP. Panamá: IICA, 2008. 167 p.;

Márquez María Pérez, 2013. Sistema de Análisis Estadístico SAS. Lenguaje de Programación. Consultado el 11 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.amazon.com.mx/Sistema-análisis-estadístico-statistical-analysis/dp/1482642808>

Morales Bance, 1980. Etiología de la pudrición radical de la papaya en Costa Rica. Consultado el 1 de agosto de 2018. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v04n02_191.pdf

Olaso Arturo, 2017. Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*) en el cultivo de papaya (*Carica papaya*). Costa Rica. 7p.;

Oñate, A. y Rueda, J. 1996. Etiología de una enfermedad presente en plantas de papaya (*Carica papaya* L) en el municipio de Tierralta y Valencia (Córdoba). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, p.47-48. Tesis

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1989. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Parte II. Serie: Tecnología Postcosecha, 7. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 83 p.

Oriusbiotech, 2017. Bacthon-sc. Consultado el 2 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.oriusbiotech.com/agricola/bacthon-sc>

Oriusbiotech, 2017. Bio-fungo. Consultado el 2 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.oriusbiotech.com/agricola/bio-fungo>

Oriusbiotech, 2017. Bio-Q. Consultado el 2 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.oriusbiotech.com/agricola/bio-q>

Oriusbiotech, 2017. Micosplag. Consultado el 2 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.oriusbiotech.com/agricola/micosplag>

Oriusbiotech, 2017. Tricho-D. Consultado el 2 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.oriusbiotech.com/agricola/tricho-d>

Páez Alberto, 2003. Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis en papaya y mango. Consultado el 15 de julio de 2018. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6459/1/Manejo%20de%20a%20antracnosis%20en%20mango.pdf>

Rodríguez-López Saúl, 2001. Análisis de la infección de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. Consultado el 10 de agosto de 2018. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v35n3/a29v35n3.pdf>

Solano Viviam y Araúz Luis Felipe, 1995. Combate de antracnosis en frutos de papaya mediante aplicaciones de fungicidas en el campo en la zona atlántica de costa rica. Consultado el 11 de febrero de 2018. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v19n02_025.pdf

Syngenta S.A, 2017. AMISTAR® 50 WG. Consultado el 5 de junio de 2018.

Disponible en:

https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/amistar_50_wg.pdf?token=1500058610

Uniprot, 2017. Taxonomy - *Colletotrichum gloeosporioides* (Anthracnose fungus)

(*Glomerella cingulata*). Consultado el 28 de mayo de 2017. Disponible en:

<http://www.uniprot.org/taxonomy/474922>

Velásquez López. LW. 1987. Cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.): proyecto

de producción de frutas tropicales. Guatemala, Ministerio de Agricultura,

Ganadería y Alimentación, Estación de fomento Los Brillantes. p. 1, 2,5-7.

ANEXOS

ANEXO N°1 FICHAS TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO #1

- **BioQ**

BIO-Q es un Fertilizante Orgánico Mineral formulado con nutrientes quelatados en aminoácidos que se obtienen por acción microbiana y enzimática, son de rápida asimilación, activan la energía y el metabolismo en las plantas,

recuperando los cultivos de la intoxicación, del daño por heladas, sequías, enfermedades o insectos plaga, bioactiva el balance de la nutrición y bioactiva en el cultivo la asimilación de nutrientes desde el suelo mejorando el desarrollo vegetativo, la floración y la formación de frutos.

Ingrediente activo: Nutrientes Quelatados en Aminoácidos

Nombre químico: Minerales Quelatados en Aminoácidos

Grupo de insumo: Fertilizante Orgánico Mineral con Nutrientes Quelatados en Aminoácidos

Instrucciones de uso y manejo

Frutales de exportación: Dosis: 1.0 litro/ha

Instrucciones de uso: Aplicar en aspersion foliar después de la poda, en la prefloración, la formación y llenado del fruto, para retener las flores y frutos, mejorar el llenado, el peso y la calidad final del fruto o cuando hay daños en el cultivo por intoxicaciones, heladas, sequías y daños por enfermedades o por insectos plaga.

Fuente: Oriusbiotech, 2017.

- **BioFungo**

BIOFUNGO es un Acondicionador, Antagonista y Agente Biotecnológico que actúa preventivamente como bio regulador de los fitopatógenos que causan

daño en los tallos, hojas, flores y frutos de los cultivos agrícolas, para lograr un cultivo sano.

Ingrediente activo: Esporas en Latencia del hongo *Trichoderma harzianum*.

Nombre biotecnológico: *Trichoderma harzianum*. Cepa obth15. Referencia ATCC 52443.

Grupo de insumo: Acondicionador, Antagonista y Agente Biotecnológico

Instrucciones de uso y manejo

CULTIVO: Frutales de exportación

Fitopatógeno: *Botrytis cinérea*, *Phytophthora* sp.

Dosis: 300 g/ha

Instrucciones de uso y manejo: Aplicar en aspersión a las plantas en prefloración y cada 15 días.

Fuente: Oriusbiotech, 2017.

- **Bacthon**

BACTHON SC es un Inoculante Biotecnológico que desintoxica el suelo agrícola y las raíces, de las toxinas, alcoholes, amonios, agroquímicos, que se acumulan con la descomposición de los residuos del cultivo anterior, con el manejo químico de los problemas y con la aplicación de los fertilizantes en el suelo. También digiere y bio transforma los residuos de cosecha hasta convertirlos en suelo y en nutrientes mejorando la fertilidad o fracción orgánica. Activa la

formación de raíces y activa la bionutrición mejorando la asimilación de los nutrientes que están fijos en el suelo, se mejora el establecimiento de la planta y la tolerancia a las condiciones difíciles iniciales para formar plantas muy fuertes y productivas. Esta formulado con microorganismos benéficos del suelo con actividades nitrificantes, proteolíticas, celulolíticas, fosfosolubizadoras y promotoras de crecimiento radicular.

Ingrediente activo y nombre biológico: Azospirillum brasilense, Azotobacter chroococcum, Lactobacillus acidophilus, Saccharomyces cerevisiae.

Grupo en bioinsumos: Inoculante Biotecnológico.

Instrucciones de uso y manejo

Cultivo: frutales de exportación. Dosis: 1.0 a 1.5 l/ha

Instrucciones de uso y manejo: Aplicar en aspersion al suelo húmedo en capacidad de campo o en línea de riego con la siembra y cada 60 días.

Fuente: Oriusbiotech, 2017.

- **TrichoD**

Tricho-D WP es un acondicionador de suelo, bioestimulante y agente biotecnológico que actúa como antagonista de varios problemas en el suelo que dañan las raíces y la planta, mejora la formación radicular, bloquea la acción de las enfermedades en el suelo y en las raíces del próximo cultivo para un suelo sano y un cultivo sano.

Ingrediente activo: Esporas en latencia del hongo Trichoderma harzianum.

Nombre biológico: *Trichoderma harzianum*. Cepa OBTh55 (Ref. ATCC20847 T-22).

Grupo de insumo: Agente biotecnológico. Acondicionador de suelo y bioestimulante.

Instrucciones de uso y manejo

Cultivo: frutales de exportación

Dosis: 300 g/ha

Instrucciones de uso y manejo: aplicar en aspersión al suelo húmedo en capacidad de campo o en línea de riego con la siembra y cada 8 semanas.

Fuente: Oriusbiotech, 2017.

- **MicosPlag**

Micosplag es un Agente Biotecnológico que protege las raíces de los cultivos del daño por nematodos y por insectos plaga y también protege los cultivos del daño por insectos plaga. Es antagonista, los desplaza, los enferma, los parasita, hasta causarles la muerte y además mantiene bajas las próximas generaciones de resurgencia.

Ingredientes activos: Esporas en latencia de los hongos entomopatógenos *Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*

Nombre biológico: *Metarhizium anisopliae* Cepa OBMa13 (Ref. ATCC90448), *Beauveria bassiana* Cepa OBb14 (Ref. ATCC74040), *Paecilomyces lilacinus* Cepa OBPL17 (Ref. CIPAC753).

Grupo en bioinsumos: Agente Biotecnológico bio regulador de Nematodos y de Insectos Plaga

Instrucciones de uso y manejo

Cultivo: frutales de exportación

Problema por solucionar: Nematodos: Meloidogyne sp, Helicotylenchus spp, Pratylenchus spp

Dosis: 100 a 200 g/ha

Instrucciones de uso y manejo: Aplicar cada 16 semanas en la línea de riego o por aspersión dirigida al suelo húmedo en capacidad de campo o en el surco del cultivo

Fuente: Oriusbiotech, 2017.

ANEXO N°2 FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #2

- **Amilo-X**

AMYLO-X 25 WG es un fungicida bactericida microbiológico preventivo de amplio espectro que ejerce control y supresión de enfermedades de suelo y follaje.

Nombre genérico: Bacillus amyloliquefaciens cepa D747

Clasificación: Fungicida - Microbiológico

Equipo de aplicación: este producto puede aplicarse con equipo de espalda con un volumen de aplicación de 200 a 400 litros por hectárea.

Forma de preparación de la mezcla: para preparar el caldo de aplicación, llene el tanque del equipo de la aspersora hasta la mitad con agua limpia, poniendo el sistema de agitación o recirculación a trabajar, vierta la cantidad requerida del producto y mezclar constantemente con una paleta de agitación, termine de llenar el tanque con agua limpia.

Fuente: Agro Pro-Centroamérica S.A., 2017.

ANEXO N°3 FICHAS TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO #3

- **Bioprotection BD**

Mezcla

Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoides* y *Rhodotorula glutinis*

Bacterias lácticas: *Lactobacillus lactis* y *Streptococcus lactis*

Bacteria transformadora de celulosa *Cytophaga spp*; *Trichoderma reesei* +
Enzimas celulíticas

DESCRIPCION

El conjunto de estos microorganismos actúa como aceleradores de los procesos fermentativos de la materia orgánica, permitiéndole a esta que se transforme en abono orgánico rico en poco tiempo y evitando que ocurran los procesos de putrefacción y desintegración de la materia orgánica con la consecuencia de la emanación de malos olores.

MODO DE ACCIÓN

En el proceso de fermentación hay producción de ácidos lácticos que inhiben el crecimiento de bacterias patógenas para las plantas y seres humanos. La presencia de la levadura *Rodothorula glutins* permite inclusive transformar los desechos contaminados con productos a base de petróleo/ Gasolina, Diesel, aceite, grasa y otros/. La bacteria *Cytophaga* transforma rápidamente la celulosa de los desechos en agregados orgánicos que son un buen componente de la materia orgánica beneficiosa para el suelo. Los lactobacillus por su parte producen ácidos lácticos que tiene un efecto antibacteriano y *Saccharomyces* en el detonador de la fermentación y produce el calentamiento necesario de la materia orgánica con lo cual se destruyen microorganismos no deseados presentes en los desechos de esta manera se percibe el olor agradable a fermento con lo que se eliminan los malos olores de las bacterias putrefactoras.

La celulosa puede ser también degradada por hidrólisis enzimática utilizando celulasas procedentes del hongo de *Trichoderma reesei*.

Fuente: Laboratorios Doctor Obregón, 2017.

- **Bioprotection TR**

Biopreparado del hongo antagónico *Trichoderma asperellum*, el cual es enemigo natural de muchas enfermedades entre ellas las que pertenecen a los géneros *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, y muchos géneros más; además que puede reducir la incidencia de nematodos. La particularidad de las cepas de esta especie de *Trichoderma* es que están potencializadas para el control de patógenos resistentes a los fungicidas de uso común.

Concentración:

Líquida 2.5×10^9 esporas viables + micelio y metabolitos secundarios secretados durante la fermentación. En presentación líquida

Polvo mojable: 2.5×10^9 esporas viables + micelio y metabolitos $1,875 \times 10^9$ esporas viables + micelio y metabolitos

Modo de acción.

Competición. Compite por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas.

Antibiosis. Produce una gran cantidad de antibióticos que son hongos tóxicos.

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 patógenos.

Mycoparasitismo. Trichoderma es capaz de parasitar micelios de hongos Simbiótico. Ayuda a la proliferación de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno, con lo que la planta requiere hasta un 20% menos de nutrientes químicos

Dosis y frecuencia de aplicación

La dosis recomendada en presentación líquida: 4 hasta 8 litros por hectárea (20 a 40 cc/litro). Polvo mojable de 300 hasta 500 gramos por hectárea en primera inoculación y 300 gramos en la siguientes. Cuando las enfermedades son radicales es preferible hacer aplicaciones semanales o quincenales. Se aplica vía foliar o directamente al suelo, al follaje aplicar en aspersión y al suelo en aspersión y/o drench.

Fuente: Laboratorios Doctor Obregón, 2017.

ANEXO N°4 FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #4

- **BioReach**

BIOREACH® Es un fungicida biológico, a base de cepas de hongos antagonistas de origen natural, con un amplio espectro de control. Sus unidades

infectivas, son sus esporas que inactivan, inhiben y micoparasitan fitopatógenos; puede aplicarse, en cualquier época de desarrollo del cultivo.

FICHA TÉCNICA BIOREACH®

Tipo de Producto: Fungicida Orgánico. Formulación: Solución Emulsionable

Ingrediente Activo: Cepas de *Trichoderma harzianum* 1.8x10^{aUFC}

Categoría Toxicológica: I Ligeramente Tóxico

Modo de Acción: Actúa endofítica y antagonistamente; además, podemos mencionar; la competencia por espacio, la secreción de compuestos inhibidores, que también, contribuye a mejorar la solubilización de elementos minerales, que a la planta se le hace difícil desdoblar o asimilar, en su estado natural.

Mecanismo de Acción: Produce la ruptura de las paredes hifales del fitopatógeno, penetra con sus estructuras y aprovecha los nutrientes de este y lo neutraliza; simultáneamente produce sustancias de tipo antibiótica y enzimas, que causan un efecto de fungistasis y libera enzimas de tipo lítico, que son capaces de destruir, las estructuras de resistencia de la enfermedad a controlar.

Fuente: Advanced Biocontrollers, 2017.

ANEXO N°5 FICHA TÉCNICA DEL TRATAMIENTO #5

- **Amistar 50wg**

CARACTERÍSTICAS

AMISTAR® 50 WG es una Estrobilurina sistémica (movimiento por xilema)

Propiedades biológicas

Mecanismo de acción:

Actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial mediante la unión del sitio Qo del citocromo b, interrumpiendo el ciclo de energía dentro del hongo. Interfiere en el ciclo de vida del hongo, principalmente durante la germinación de las esporas y la penetración del tejido.

MODO DE ACCION:

Azoxystrobin muestra absorción gradual en las hojas. Es sistémico vía xilema, siendo transportado acropetalmente y de forma translaminar dentro de las hojas. Debido a este particular modo de acción debe ser aplicado de manera preventiva.

Modo de Empleo

AMISTAR® 50 WG puede ser aplicado en forma aérea o terrestre, usando suficiente cantidad de mezcla para asegurar un buen cubrimiento del cultivo.

Fuente: Syngenta S.A, 2017.

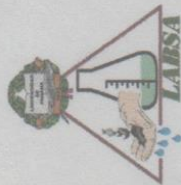
ANEXO N°6 ANÁLISIS DE SUELO DEL ÁREA DEL ESTUDIO



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

LABSA
labsa.fca.up@gmail.com

Análisis de Suelo



ATENCIÓN: EST. MARYAN SAFI
LUGAR: AGUACATAL
FECHA: 28 DE JUNIO DE 2018

Nº	CLAF. TEXTURAL		pH (H ₂ O) (1:2.5)	P	K	Na	Fe (mg/L) = (mg/kg)	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg mg/100g	Acidez	Al	Mat.Org. %
	Arcilla	Limo													
1	37.4	35.9	6.5	1.48	204.6	240.60	271.8	8.8	226.7	3.3	191.65	4.06	1.20	1.00	3.98

mA= Muy Acido A= Acido N= Neutro mAlc= Muy Alcalino a= alto m= medio b= bajo

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS
1 S-213 M-1 PAPAYA

2018: "Año del Centenario de la Reforma Universitaria de Córdoba"
Gracias por Preferir Nuestros Servicios
Chiriquí Tel.: 772-9064, 772-9085, Fax.: 772-9063

ANEXO N°7 ANÁLISIS DEL pH DEL AGUA DEL ÁREA DEL ESTUDIO



UNIVERSIDAD DE PANAMA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

LABSA

labsa.fca.up@gmail.com

Análisis Químico

ATENCIÓN: MARYAN SAFI
MUESTRA: AGUA
LUGAR: AGUACATAL, DAVID
FECHA: 30 DE ABRIL DE 2018

MUESTRA	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
pH		5.60


LIC. LILIANA L. ESCALANTE
Química Analista Especializada
Reg. 218 ID 0019
Jefa de LABSA



2018: "Año del Centenario de la Reforma Universitaria de Córdoba"

Gracias por preferir los servicios de este laboratorio

Chiriquí Tel.: 772-9064, 772-9085, Fax.: 772-9063

ANEXO N°8 FASE DE VIVERO Y TRANSPLANTE A CAMPO



ANEXO N°9 FASE DE CAMPO EXTRACCIÓN DE SUELO PARA MUESTRA INICIAL DE NEMATODOS



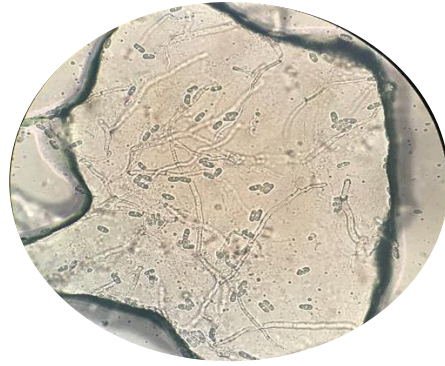
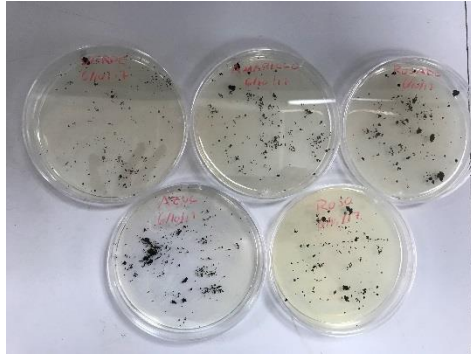
ANEXO N°10 FASE DE LABORATORIO EXTRACCIÓN DE NEMATODOS Y CONTEO INICIAL



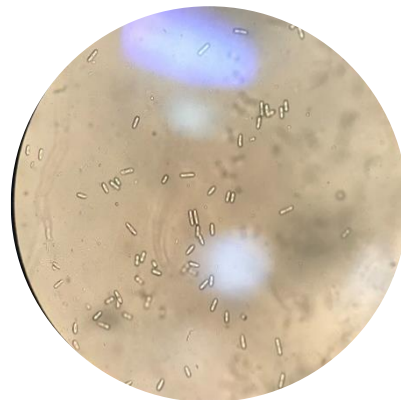
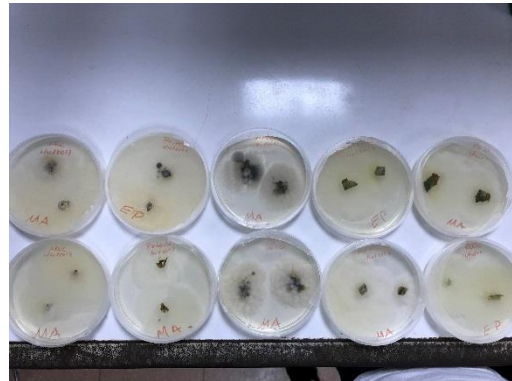
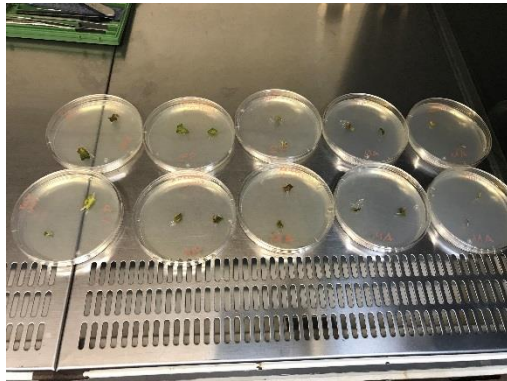
ANEXO N°11 FASE DE LABORATORIO PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO



ANEXO N°12 FASE DE LABORATORIO CULTIVO DE SUELO



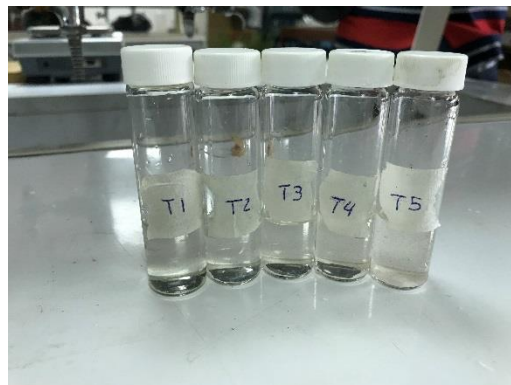
ANEXO N°13 FASE DE LABORATORIO CULTIVO DE HOJAS



ANEXO N°14 FASE DE CAMPO EXTRACCIÓN DE SUELO PARA MUESTRA FINAL DE NEMATODOS



ANEXO N°15 FASE DE LABORATORIO EXTRACCIÓN DE NEMATODOS Y CONTEO FINAL



ANEXO N°16 FASE DE CAMPO RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE HOJAS Y FRUTOS



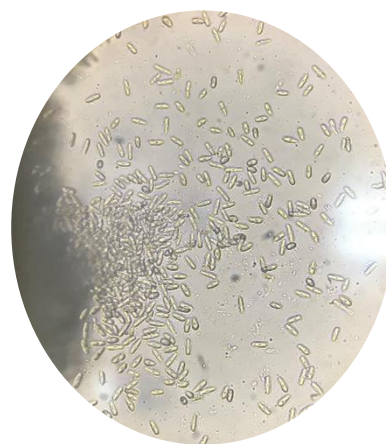
ANEXO N°17 FASE DE LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LAS HOJAS AL MICROSCOPIO



ANEXO N°18 FASE DE CAMPO RECOLECCIÓN DE LAS RAÍCES DEL TRATAMIENTO 1



**ANEXO N°19 FASE DE LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LOS FRUTOS
AL MICROSCOPIO**



**ANEXO N°20 FASE DE LABORATORIO CONTEO DE LOS FRUTOS
AFECTADOS POR *Colletotrichum* spp.**



ANEXO N°21 FASE DE LABORATORIO PORCENTAJE DE GRADOS BRIX EN LAS PAPAYAS DEL ENSAYO

