

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÒGICA DE CUSTOM NC®,  
MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES® VERSUS  
VYDATE® 24 SL, EN EL CONTROL DE LOS FITONEMÁTODOS  
RADOPHULUS SPP, HELICOTYLENCHUS SPP, CRICONEMOIDE  
SPP Y PRATYLENCHUS SPP., QUE AFECTAN EL CULTIVO DE  
PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*)”.**

**YASSETHE. ALONZO V.  
8-904-651**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2019**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÒGICA DE CUSTOM NC®,  
MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES® VERSUS  
VYDATE® 24 SL, EN EL CONTROL DE LOS FITONEMÁTODOS  
*Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp Y*  
*Pratylenchus spp.*, QUE AFECTAN EL CULTIVO DE PLÁTANO  
(*Musa paradisiaca*L.)”.**

**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:**

**PROF. ZYDDI S. VISSUETTI S. \_\_\_\_\_  
DIRECTOR**

**PROF. RICARDO BLAS \_\_\_\_\_  
ASESOR**

**PROF. CARL WILLIANS \_\_\_\_\_  
ASESOR**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2019**

# AGRADECIMIENTO

Este trabajo de grado realizado en la Universidad de Panamá; Facultad de Ciencias Agropecuarias es el esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron distintas personas, quienes me motivaron; dándome ánimo en los momentos de crisis guiándome por el camino correcto hacia el éxito.

La investigación de los distintos temas del trabajo me ha permitido aprovechar la experiencia de muchas personas, con un criterio más relevante sobre el área de Protección Vegetal, por lo tanto, mi infinito agradecimiento.

De igual forma a Dios, por permitirme mantenerme con salud, sabiduría y protegido durante el tiempo que me mantuve fuera de mi área de confort y lejos de mi familia.

A mi madre Xiomara Y. Villarreal G., a mi padrastro Ricardo Cisneros, un especial agradecimiento por confiaren mí cuando tomé la decisión de estudiar esta carrera; por su respaldo durante este periodo de estudio superior.

Al Ing. Zyddi S. Vissuetti S., director de tesis, por su gran confianza, su paciencia ante mi inconsistencia, por su valiosa dirección y los lineamientos señalados para la culminación del trabajo.

A los profesores asesores: Ing. Ricardo Blas e Ing. Carl Willians, por haberme recibido en su grupo de investigación en la UP- FCA. Segundo, por sus consejos, su gran sabiduría, paciencia, apoyo y ánimo que me brindaron durante mi estancia, dándome la fuerza necesaria para enriquecer mi aprendizaje.

Al Ing. Gustavo Gómez, por haberme facilitado su finca de producción de plátano comercial en el corregimiento de Nuevo Méjico, distrito de Alanje de manera desinteresada.

Al Ing. Gerardo Sandoya y Lic. Margot, por proporcionarme de forma gratuita los productos biológicos utilizados en el ensayo.

A la profesora Carmen Rovira, por suministrarme el salón de cómputo y haberme ayudado en detalles de la elaboración del formato de tesis.

Al Ing., Arnoldo Candanedo, por contribuir, de manera incondicional, la ayuda por parte de la UP- FCA.

Al señor (freddy), por su solidaridad y desprendimiento en la transportación durante mis días de trabajo

A la familia Gil de Gracia y al señor Felipe de Gracia, por hacerme sentir parte de su familia y colaborar durante el tiempo de mi trabajo.

Finalmente, la colaboración del equipo involucrado en apoyo de impresión, análisis de suelo, hospedaje Y a mis profesores durante la carrera, a personas y aquellas que me ayudaron a realizar esta tesis, gracias por convertir mi sueño en una realidad: ser ingeniero agrónomo en cultivos tropicales.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

Gracias por su apoyo

*Yasseth E. Alonzo V.*

## *DEDICATORIA*

Me gustaría dedicar esta tesis a Dios y a toda mi familia.

Para mi madre Xiomara Y. Villarreal G. y a mi padrastro Ricardo E. Cisneros (que se ha portado como un papá), por su comprensión, su afecto y constancias en los altibajos de la vida; donde me has enseñado a encarar las adversidades, sin perder nunca la dignidad de desfallecer en el intento.

Para mis abuelos Lorenzo Villarreal E. Y Juana De Dios Gutiérrez C. (Q.E.P.D), por haberme inspirado a seguir adelante sin importar los fracasos, siempre hay que seguir adelante sin mirar el pasado, para llegar hacer un hombre de bien.

Para mi hermana Yiseidy del C. Alonzo V., mis sobrinas Yesia del C. Casas A. y Camila V. Casas A., a ellas le dedico esta tesis por enseñarme que el futuro de tu descendencia siempre depende de uno mismo.

A todos ellos,

Muchas gracias de corazón.

Gracias por su apoyo

*Yasseth E. Alonzo V.*

## **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE CUSTOM NC®, MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES® VERSUS VYDATE® 24 SL, EN EL CONTROL DE LOS FITONEMÁTODOS *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* Y) *Pratylenchus spp.*, QUE AFECTAN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)”**

Alonzo, Y. E. 2019. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE CUSTOM NC®, MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES® VERSUS VYDATE® 24 SL, EN EL CONTROL DE LOS FITONEMÁTODOS *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* Y) *Pratylenchus spp.*, QUE AFECTAN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)”. Tesis Ing. Agrónomo en Cultivos Tropicales. Chiriquí. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

### ***RESUMEN***

La investigación se realizó en la provincia de Chiriquí, distrito de Alanje, Corregimiento de Nuevo Méjico, en la finca San Isidro, propiedad del Ingeniero Gustavo Gómez. Esta finca tiene coordenadas 8°25'20.2"N 82°44'35.5"W, con una temperatura ambiental promedio anual de 27°C y a una altura de 40 msnm. Cuenta con un Ph en el suelo de 5.9, con textura franco arenoso, donde se registra una precipitación anual de 2 411 mm.

Este trabajo de investigación se inició el 17 de abril de 2019 y concluyó el 3 de julio de 2019.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), para evaluar seis (6) tratamientos con seis (6) repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: Mico-plag WP; T2: Vydate 24 SL; T3: CustomBio NC (H+B); T4: Nano-Steel 10% SL; T5: *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Ponchonia chlamydosporia*; T6: Testigo.

Se tomaron los datos, uno a los cero (0) días de la aplicación y posteriormente a los 30 días y finalmente a los 45 días de haber aplicado los tratamientos. Estas muestras fueron procesadas por el método de tamizado, centrifugación y flotación en azúcar para extraer los fitonemátodos y cuantificar las poblaciones existentes de ***Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp***, en las muestras procesadas.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la eficiencia de nematicidas biológicos (CUSTOM NC®, MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES®), versus nematicidas químico (VYDATE® 24 SL), para el control de la población de ***Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp***.

Luego de la obtención de los datos, se les realizaron un análisis de varianza (ANDEVA) con el sistema estadístico SAS. USA 2008. La prueba de medias de Tukey indicó desde el punto de vista estadístico que entre los tratamientos sí existe diferencia significativa y como resultado el tratamiento que mostró mejor control fue: Vydate® 24 SL y (***B. subtilis*, P. fluorescens + Lecanicillium lecanii, Pachonia chlamydosporia y Paecilomyces lilacinus**).

**PALABRAS CLAVES:** *Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp.*; Plátano (*Musa paradisiaca L.*); control biológico, control químico; método de centrifugación y flotación en azúcar.

## *ABSTRACT*

The investigation was carried out in the province of Chiriqui, Alanje district, New Mexico Corregimiento. On the San Isidro estate, owned by the Engineer Gustavo Gómez, The coordinates 8 ° 25'20.2 "N 82 ° 44'35.5" W, with an average annual ambient temperature of 27 ° C, at a height of 40 meters above sea level. It has a Ph in the soil of 5.9, it is a sandy loam, where annual rainfall of 2,411 mm is recorded. This research work began on April 17, 2019 and concluded on July 3, 2019.

A completely randomized design (DCA) was used to evaluate six (6) treatments with six (6) repetitions. The treatments were: T1: Mico-plag WP; T2: Vydate 24 SL; T3: CustomBio NC (H + B); T4: Nano-Steel 10% SL; T5: *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Pachonia chlamydosporia*; T6: Witness.

Data were taken, one at zero (0) days after application and then at 30 days and finally after 45 days of applying the treatments. These samples were processed by the method of sieving, centrifugation and flotation in sugar to extract the phytonematodes and quantify the existing populations of *Radophulus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Criconemoide* spp and *Pratylenchus* spp. found in the processed samples.

The main objective of this research was to evaluate the efficiency of biological nematicides (CUSTOM NC®, MICOS PLAG®, NANO STEEL®, PAECILOMYCES®), versus chemical nematicides (VYDATE® 24 SL), for the population control of *Radophulus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Criconemoide* spp and *Pratylenchus* spp.

After obtaining the data, an analysis of variance (ANDEVA) was performed with the SAS statistical system. USA 2008. The Tukey means test indicated statistically that between the treatments there is a significant difference and as a result the treatment that showed the best control was: Vydate® 24 SL and (*B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Ponchonia chlamydosporia* and *Paecilomyces lilacinus*).

**KEYWORDS:** *Radophulus* spp, *Helicotylenchus* spp, *Criconemoide* spp and *Pratylenchus* spp.; Banana (*Musa paradisiaca* L.); biological control, chemical control; method of centrifugation and flotation in sugar.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICA .....	xv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.4. OBJETIVOS .....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.5. HIPÓTESIS .....	6
1.5.1. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).....	6
1.5.2. HIPÓTESIS AFIRMATIVA ( $H_A$ ) .....	7
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	7

2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1.	Las Musáceas.....	8
2.1.1.	Origen y establecimiento del cultivo de plátano en Panamá .....	9
2.2.	Los nemátodos .....	9
2.2.1.	Identificación de fitonemátodos en el cultivo de Musáceas.....	11
2.2.2.	Nemátodos asociados al cultivo de plátano ( <i>Musa paradisiaca L.</i> ).....	12
2.2.2.1.	<b><i>Radopholus spp.</i></b> .....	12
2.2.2.2.	<b><i>Pratylenchus spp.</i></b> .....	13
2.2.2.3.	<b><i>Helicotylenchus spp.</i></b> .....	14
2.2.2.4.	<b><i>Criconemoides spp.</i></b> .....	16
2.2.3.	Aspectos importantes en el control de fitonemátodos en Musáceas...	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1.	Materiales.....	18
3.2.	Productos nematicidas utilizados en la evaluación.....	18
3.2.1.	Mico-plag WP .....	19
3.2.2.	Vydate 24 SL. ....	20
3.2.3.	CustomBio NC (H) + CustomBio NC (B).....	21
3.2.3.1.	CustomBio NC (H).....	21
3.2.3.2.	CustomBio NC (B).....	22
3.2.4.	Nano-steel 10% SL. ....	23
3.2.5.	<b><i>B. subtilis, P. fluorescens + Lecanicillium lecanii, Ponchonia chlamydosporia y Paecilomyces lilacinus.</i></b> .....	24
3.3.	Metodología de la investigación .....	26

3.3.1. Ubicación del área en estudio.....	26
3.3.2. Diseño completamente al azar.....	27
3.3.2.1. Modelo matemático del diseño.....	28
3.3.3. Metodología del análisis estadístico .....	29
3.4. Metodología en campo.....	29
3.4.1. Descripción del área de estudio .....	29
3.4.2. Distribución de los tratamientos.....	30
3.4.3. Dosificación de los productos.....	31
3.4.4. Aplicación de los productos.....	34
3.5. Metodología en laboratorio.....	36
3.5.1. Recolección de muestras.....	36
3.5.1.1. Análisis fisicoquímico del suelo.....	36
3.5.1.2. Análisis nematológico.....	37
3.5.2. Procesamiento de muestras en el análisis nematológico.....	38
3.5.3. Estimación de la tasa de severidad de la plaga.....	43
3.6. Variable de respuesta .....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIÓN .....	52
VI. RECOMENDACIONES.....	54
4. BIBLIOGRAFÍA .....	55
5. ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>CUADRO 1.</b> PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.....	18
<b>CUADRO 2.</b> PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.....	43
<b>CUADRO 3.</b> DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE FITONEMÁTODOS EN PLÁTANO CURARE ENANO. EN BASE A LA MEDIA DE NÚMEROS DE INDIVIDUOS/ 25 G DE RAÍCES EN EL CONTEO INICIAL.....	45
<b>CUADRO 4.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN INICIAL DE <i>Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp y Pratylenchus spp</i> .....	46
<b>CUADRO 5.</b> EFECTO DEL MANEJO QUÍMICO Y BIOLÓGICO SOBRE LA POBLACIÓN DE FITONEMÁTODOS EN PLÁTANO CURARE ENANO. EN BASE A LA MEDIA DE NÚMEROS DE INDIVIDUOS/ 25 G DE RAÍCES EN EL CONTEO FINAL.....	47
<b>CUADRO 6.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN FINAL DE <i>Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp Y Pratylenchus spp</i> .....	48
<b>CUADRO 7.</b> AGRUPAMIENTO DE DUNCAN PARA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA POBLACIÓN FINAL DE <i>Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp Y Pratylenchus spp</i> .....	49
<b>CUADRO 8.</b> PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>FIGURA 1. <i>Radopholus spp.</i></b> .....	13
<b>FIGURA 2. <i>Pratylenchus spp.</i></b> .....	14
<b>FIGURA 3. <i>Helicotylenchus spp.</i></b> .....	15
<b>FIGURA 4. <i>Criconemoide spp.</i></b> .....	16
<b>FIGURA 5. COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.</b> .....	26
<b>FIGURA 6. ÁREA DE ENSAYÓ DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	27
<b>FIGURA 7. DENSIDAD DE SIEMBRA.</b> .....	30
<b>FIGURA 8. COMPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA).</b> .....	31
<b>FIGURA 9. PESAJE DE MICOS PLAG WP.</b> .....	35
<b>FIGURA 10. DIAGRAMA DE MUESTREO.</b> .....	37
<b>FIGURA 11. EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS.</b> .....	38
<b>FIGURA 12. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE FITONEMÁTODOS EN EL LABORATORIO.</b> .....	40
<b>FIGURA 13. ESCALA DE EVALUACIÓN DE RAÍCES AFECTADAS.</b> .....	42
<b>FIGURA 14. PRODUCTOS NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.</b> .....	60
<b>FIGURA 15. CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE MOCHILA.</b> .....	60
<b>FIGURA 16. PROFUNDIDAD DE MUESTREO.</b> .....	61

<b>FIGURA 17.</b> EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA DE RAÍCES PARA EL PORCENTAJE DE SEVERIDAD.....	61
<b>FIGURA 18.</b> TRATAMIENTO UNO (1) MICO-PLAG WP.....	62
<b>FIGURA 19.</b> TRATAMIENTO DOS(2) VYDATE 24 SL. ....	63
<b>FIGURA 20.</b> TRATAMIENTO TRES (3) CUSTOMBIO NC (H+B). ....	64
<b>FIGURA 21.</b> TRATAMIENTO CUATRO (4) NANO-STEEL 10% SL.....	65
<b>FIGURA 22.</b> TRATAMIENTO CINCO (5) <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> <i>Ponchonia chlamydosporia</i> .....	66
<b>FIGURA 23.</b> RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE SUELO. ....	67
<b>FIGURA 24.</b> CONSERVACIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO. ....	67

## ÍNDICE DE GRAFICA

<b>GRÁFICA 1. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.....</b>	<b>51</b>
--	-----------

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de Musáceae en Panamá ha representado una actividad económica muy importante que se ha desarrollado en las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí, siendo estos cultivos de exportación y para el consumo nacional que han generado plazas de trabajo, y son parte del sector primario que incide en la economía del país.

El plátano representa para los panameños una parte importante de la canasta básica familiar, constituyéndose en la segunda fuente de suministro de carbohidratos, superado sólo por el arroz. Su consumo per cápita es de 35 Kg y es el segundo en América Latina, después de Colombia (González, 2004).

La utilización de este cultivo como alimento, es en estado verde como maduro, en Panamá, además sus diferentes estados como el verde. El plátano; puede freírse o rostizarse, hervirse o cocinarse al vapor; en su estado maduro el fruto puede hornearse y también freírse. Debido a que, en su estado verde, el plátano es rico en almidones, que al madurarse se convierten en azúcares (MICI, 2018).

La producción del plátano está en crecimiento y la razón, es una de las frutas que más se consume en Panamá. Además, el cultivo ha aumentado en áreas de producción a 11 mil hectáreas con la participación de cuatro mil 758 productores. La mayoría de la producción se cosecha en la provincia de Chiriquí con un 58%, 18% en Darién, 15% en Bocas del Toro y el resto (9%) en Colón, Herrera, Los Santos, Panamá Oeste y Coclé (Zeballos, 2017).



La competitividad existente en el cultivo de plátano a nivel internacional se ve afectada no sólo por las enfermedades y plagas, sino por el alto uso de agroquímicos en cultivos tecnificados, que causan contaminación ambiental y perjuicios a la salud de trabajadores y habitantes de las zonas plataneras y a los consumidores. Existen métodos alternativos de manejo, incluidos los orgánicos; que necesarios por que las normas restrictivas sobre el uso de plaguicidas están cada vez más drásticas (Villarreal, 2011).

Las plagas se controlaban tradicionalmente con insecticidas químicos, que tienden cada día a incrementar la resistencia, por lo que es necesario aumentar la dosis del producto, lo que trae como consecuencia un aumento en el costo de la cosecha y la alteración del desarrollo normal de la cadena alimenticia y como consecuencia el rompimiento del equilibrio del ecosistema (Ramos, 2006).

El objetivo de esta investigación es estudiar las eficiencias biológicas del Custom nc, Micos plag, Nano Steel y Paecilomyces versus Vydate 24 SI, en el control de fitonemátodos.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El cultivo de Musáceas en Panamá (plátano y banano), es una actividad agrícola de importancia económica. Este cultivo se cosecha para el consumo a nivel nacional e internacional.

Para el control de las plagas en el cultivo de plátano y banano, se hace énfasis en el uso de plaguicidas químicos, para controlar los fitonemátodos, que contaminan cada día más el suelo y afectando las plantaciones en su producción.

Algunos plaguicidas han sido identificados peligrosos a largo plazo para el medio ambiente y el uso cotidiano de químicos contribuye a la crisis de la agricultura que dificulta la preservación de los ecosistemas, los recursos naturales, y afecta la salud de las comunidades rurales y de los consumidores urbanos; por ende, la búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica, practicada en las últimas décadas; esta situación ha dejado un saldo a nivel mundial por la contaminación y envenenamiento donde el pretendido remedio universal ha resultado ser peor que la enfermedad. (Rodríguez, 2014).

El uso de los productos biológicos son organismos vivos que sirven para regular enfermedades y plagas, de manera natural, amigables al medio ambiente y a la salud humana, estos tienen igual o mayor efectividad que la de los agroquímicos para el control de enfermedades y plagas, cuando son usados correctamente (Lacayo, 2016).

## **1.2. ANTECEDENTES**

Según el IDIAP, (2004); entre los estudios realizados en Panamá en el cultivo de plátano se ha determinado que los nemátodos de mayor importancia que afectan el cultivo del plátano son *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus*. La especie *R. similis*, es conocido como “nematodo barrenador”, es el que, comúnmente, se asocia a los cultivos de banano y plátano. Sin embargo, en las zonas plataneras de

Divalá y Barú, en la provincia de Chiriquí, predomina ***H. multicintus***. También pueden encontrarse poblaciones muy bajas de ***Pratylenchus coffeae*** y ***Meloidogyne spp.***, con poca o ninguna importancia debido a bajas poblaciones.

Además, el IDIAP, (2004); indica que la proporción entre las raíces funcionales y las no funcionales o necrosadas (índice de la enfermedad), es un criterio importante para el manejo de los fitonemátodos, obteniendo resultados directo del daño causado por estos microorganismos en la reducción significativa del peso del racimo y la calidad de las frutas; concluyendo, con la reducción en el rendimiento causado por los nemátodos puede alcanzar entre un 15 y 25 %.

Por otra parte, Anecafe, (2018); indica que los principales géneros que atacan el banano son: ***Radopholus similis*** o nematodo barrenador; ***Meloidogyne spp.***, o nemátodo del nudo de la raíz; ***Helicotylenchus spp.***, y ***Rotylenchus spp.***, o nemátodos espirales; ***Hoplolaimus spp.***, o nematodo lanza y ***Pratylenchus coffea*** (***P. musícola***) o nematodo lesionador de raíz.

Según, Anecafe, (2018); concluye que el más destructivo de los nemátodos que atacan el banano es el ***Radopholus similis***, cuyas lesiones típicas en las raíces son de color negro y hundidas en el centro y rojizas en las orillas, donde finalmente ocurre un volcamiento de la planta; además, presenta a ***Meloidogyne spp.***, es otro nematodo de importancia que ocasiona nódulos o abultamientos típicos que son 3 – 4 veces más grandes que las raíces.

Según, Sattler y Marcelino, (1984). En un diagnóstico que realizaron en la producción de plátanos en Barú, de la provincia de Chiriquí, indican que el total de incidencia de nemátodos en las fincas investigadas; el 92.0% reportó daños causados por nemátodos en raíces y rizomas de estos 5.3% donde se efectuaron controles.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Sobre la base de la necesidad de proteger las plantaciones de Musáceae en las áreas de cultivos y además la utilización por los diferentes productores; donde el cultivo se lleva a cabo para el consumo local o internacional de sus plantaciones principales; a la vez se requiere tener conocimientos en nuevas formulaciones del tipo biológico para el control de aquellos fitoparásitos donde su afectación se enfocan a nivel del sistema radicular (fitonemátodos), que afectan a la producción de las cosechas, de tal modo, que se conocerá a través de las diferentes cepas presente en las formulaciones biológicas de nemátodos; cuyos controles se buscara el más eficiente, la cual permitirá un mayor resultado en las plantaciones.

Por otra parte, el cultivo de Musáceas en Panamá representa una actividad que siempre es de importancia económica en el país, por ende, estas zonas necesitan de un estudio muy enfatizado desde el suelo; en el cual nos enfocamos a conocer que fitonemátodos se encuentran en el suelo, si estos existen o están presentes, en qué cantidad de poblaciones los encontramos y cuál de los métodos del control biológicos pueden reducir o controlar sus daños. Y a la vez, determinar que el estudio no solo se verá en este aspecto, sino que se llevará a los productores para un mejor plan de control del fitoparásito, si se encuentra presente en las plantaciones para un mejor

manejo de la actividad, lo cual se busca mayor productividad de resultar efectivo los controles biológicos de estos nemátodos.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluación de la eficiencia de cuatro formulaciones biológicas vs Vydate® 24 SL en el control de los nemátodos asociado al cultivo de plátano (*Musa paradisiaca L.*).

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los fitonemátodos existentes en cultivo de plátano.
- Cuantificar la población de fitonemátodos.
- Determinar qué formulaciones biológicas es más eficiente en el control de fitonemátodos.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ )**

Las formulaciones biológicas no difieren en el control de fitonemátodos del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca L.*).  $H_0 = M = M_1, \dots, M_4$

### **1.5.2. HIPÓTESIS AFIRMATIVA (Ha)**

Las formulaciones biológicas si difieren en la eficiencia del control de los fitonemátodos del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca L.*).  $H_a = M = M \neq M \dots M_1$

### **1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES**

De ser efectivo los resultados esto va a contribuir en los avances tecnológicos para el futuro de la agricultura sostenible, a través del uso de formulaciones biológicas, cuyas cepas sean capaces de ejercer un control efectivo y su impacto de lograr la reducción las cepas en el control de las poblaciones de fitoparásitos presentes en el suelo.

No obstante, el estudio podría verse afectado o limitado; ya que, hay pocas investigaciones sobre la efectividad de las formulaciones biológicas para el control de fitonemátodos en el cultivo de plátano.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Las Musáceas

La familia Musáceas pertenecen al orden Escitamineas, que también comprende las familias Cannáceas, Marantáceas, Zingiberáceas, Strelitziáceas y Lowcáceas. Se sustenta por el criterio siguiente: Androceo no petaloide, estambres 5-6 hojas, brácteas dispuestas en espiral; flores masculinas y femeninas (hermafrodita), separadas dentro de una misma inflorescencia; fruto, una baya polosperma. (2 géneros *Musa*, *Ensete*) (Simmonds, 1973).

Por consiguiente, el plátano es una planta monocotiledónea y pertenece al orden Escitaminales, a la familia Musaceae, subfamilia Musoideae y al género *Musa*. En la actualidad, solo dos especies tienen importancia comercial: ***Musa acuminata*** (plátano) y ***Musa balbisiana*** (banano) (Palencia, 2006).

Los nombres técnicos más usados, hasta ahora son ***Musa sapientum*** para los bananos y ***Musa paradisiaca*** para los plátanos, los estudios modernos de genética de las Musas cultivadas como frutales, han mostrado que esos dos nombres no puedan continuar en uso y deben reemplazarse por ***Musa acuminata*** y ***Musa balbisiana***, dentro de ciertas restricciones los plátanos y bananos son híbridos entre ***Musa acuminata*** y ***Musa balbisiana***; requieren una nomenclatura especial (Araúz, 1977).

Entre la nomenclatura especial que se le da hoy en día al cultivo de Musaceae, la definimos de la siguiente forma; para el plátano es (***M. acuminata*** × ***M. balbisiana***

AAB. Musaceae) y para el caso del banano es (*M. acuminata* × *M. balbisiana* AAA. Musaceae) (Solís, 2009).

### **2.1.1. Origen y establecimiento del cultivo de plátano en Panamá**

El plátano es originario de las regiones tropicales húmedas del Sudeste de Asia. Pertenece a la familia de las Musáceas (Anecafe, 2009).

Se tiene la creencia, que fueron los árabes quienes inicialmente llevaron plantas de plátano a España y de allí fue traído a América por los padres dominicos (Palencia, 2006).

Además, Su origen es el sureste asiático, pasando posteriormente a la India y África. En 1516, los europeos lo introdujeron en América y las Antillas (Rodríguez, 2002).

Los primeros fomentos panameños ocurrieron en 1866, cuando los hermanos Frank sembraron plátanos en la parte del país, que entonces, pertenecía a Colombia. La United Fruit controla ahora toda la exportación y gran parte de la producción. Las plantaciones en la costa del caribe fueron víctimas de la enfermedad que lleva el nombre del país y se trasladaron a la costa del Pacífico en 1927, siendo esta última la primera aventura de este tipo (Riambau, 1973).

## **2.2. Los nemátodos**

En el cultivo de banano se ha llegado a determinar la presencia de varios tipos de nemátodos entre los cuales tenemos el *Radophulus similis*, *Meloidogyne sp.*,



***Helicotylenchus sp.*, *Pratylenchus*** y de los cuales el de más importancia ha sido ***Radophulus similis*** (Araúz, 1977).

Los nemátodos son gusanos de tamaño muy pequeño que viven generalmente en los suelos, al menos durante una parte de su existencia; algunas de sus especies son parásitos, más o menos definidos de las raíces de los vegetales y raramente son de una especie única (Champion, 1969).

Los nemátodos son animales generalmente de cuerpo filamentosos, no segmentados, triploblásticos, con simetría bilateral, pseudoceloma y poseen los siguientes sistemas: Digestivo, Excretor, Nervioso y Reproductor (Mora, 2013).

Los nemátodos fitopatógenos infectan las raíces de las plantas causando daños que reducen o acaban con la producción de muchos cultivos. En comparación con los nemátodos bacteriófagos la apertura de la boca está equipada con un estilete que utilizan para penetrar las células vegetales. La apertura del estilete es demasiado pequeña para permitir el paso de microorganismos y virus (Universidad de Alicante, 2015).

El ataque de estos organismos se concentra principalmente en las raíces y hace que los síntomas primarios o daño directo a las raíces pasen inadvertidos. Los síntomas secundarios, que se manifiestan en la parte aérea de la planta, pueden ser clorosis, disminución del número y tamaño de hojas, mala calidad de los racimos y volcamiento, por ende, la importancia económica radica en la pérdida del sistema de raíces, que

es la parte fundamental para la nutrición de la planta, el anclaje de la planta y disminución de los rendimientos (González, 2012)

### 2.2.1. Identificación de fitonemátodos en el cultivo de Musáceas

Según Champion, (1969); se establecen tres grupos de parásitos nemátodos:

1. Endoparásitos: como ***Radopholus similis*** (lesiones profundas).
2. Endoparásitos facultativos: ***Helicotylenchus multicinctus*** (lesiones poco profundas).
3. Nemátodos de agallas: especie ***Meloidogyne***.

Según Guzmán, (2011); en plantaciones con varios años de establecidas, es común encontrar comunidades poliespecíficas, compuestas por endoparásitos migratorios como ***Radopholus similis*** y ***Pratylenchus coffeae***, los ecto-endoparásitos ***Helicotylenchus multicinctus*** y ***H. dihysteria***, los endoparásitos *sedentarios* ***Meloidogyne incognita*** y ***Meloidogyne javanica*** y el semi-endoparásito ***Rotylenchulus reniformis***. En adición a estas cinco especies, hay muchas otras que han sido registradas en ***Musa spp.***, a través del mundo. Sin embargo, la frecuencia y abundancia de cada una de estas especies puede cambiar según sea el cultivo y las condiciones agroecológicas.

En el cultivo de banano se ha llegado a determinar la presencia de varios tipos de nemátodos entre los cuales tenemos el ***Radopholus similis***, ***Meloidogyne sp.***, ***Helicotylenchus sp.***, ***Pratylenchus sp*** y de los cuales el de más relevante ha sido ***Radopholus similis*** (Araúz, 1977).

## **2.2.2. Nemátodos asociados al cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)**

### **2.2.2.1. *Radopholus* spp.**

***Radopholus similis***, es también conocido como el nematodo excavador o barrenador, y es considerado el fitonemátodo del banano más importante desde el punto de vista económico del mundo (ver figura 1). Con un amplio rango de diseminación, a través del material vegetal propagativo, especialmente los cormos de banano infectados. Con una diferencia de la mayoría de los otros nemátodos parásitos de plantas, la influencia de la textura del suelo en los niveles de población de nemátodos excavadores varía con el huésped (Sekora, 2012).

Según Pinochet, (1996); el ***Radopholus*** un nemátodo endoparásito migratorio que completa su ciclo de vida en 20-25 días en los tejidos de la raíz y el rizoma. Las hembras juveniles y adultas tienen formas móviles que pueden dejar la raíz en casos de condiciones adversas. Los estados migratorios en el suelo pueden fácilmente invadir raíces sanas. Esta especie tiene un dimorfismo sexual pronunciado, los machos tienen un estilete atrofiado y se consideran no-parasíticos. La penetración de los nemátodos ocurre de preferencia cerca al ápice radical, pero ***R. similis*** puede invadir cualquier porción de la raíz.

**FIGURA 1. *Radopholus* spp.**



A. Región de la cabeza femenina. B. Cuerpo completo con vulva cerca del medio cuerpo. V. Vulva.

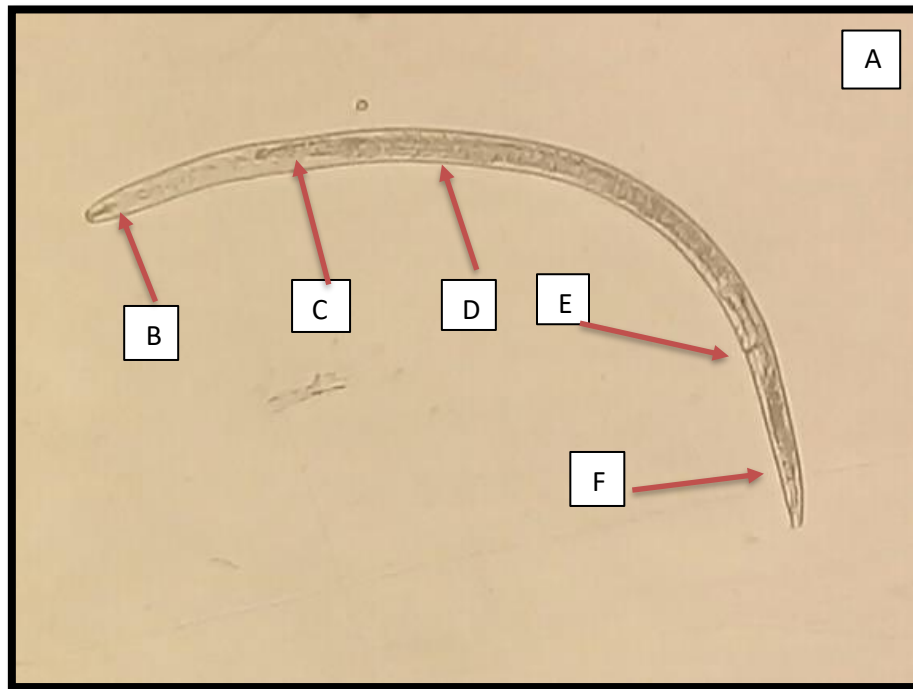
**Fuente.** Sekora, N. (2018). Departamento de Entomología y Nematología de la Universidad de Florida.

#### **2.2.2.2. *Pratylenchus* spp.**

Los nemátodos lesionadores *Pratylenchus coffeae* y *Pratylenchus goodeyi* son importantes plagas de las Musáceas (ver figura 2). Los daños que ocasionan son muy similares a los de otro importante parásito de las raíces de los bananos, *Radopholus similis*, (Bridge, 1997).

Según Blanco, 2008; es un nematodo endoparásito migratorio conocido como nematodo lesionador, es infectivo el segundo estado juvenil, la hembra y el macho. Los síntomas son: enanismo de la planta, alargamiento del ciclo vegetativo, reducción en tamaño y número de hojas, así como reducción de la vida productiva de la plantación.

**FIGURA 2. *Pratylenchus spp.***



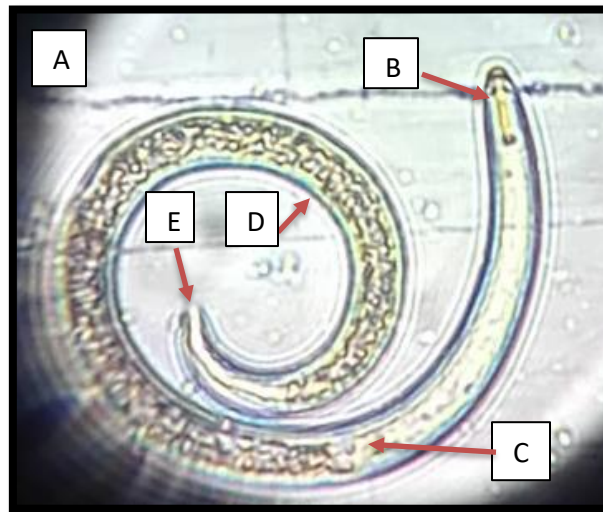
A. Nematodo hembra. B. Parte anterior o cabeza con estilete, nódulo basal y zona esclerotizada. C. Esófago sobrepuesto al intestino ventralmente. D. Intestino. E. Vulva. F. Cola cónica pero redonda al final.

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019). Departamento de Protección Vegetal de la Universidad de Panamá.

### **2.2.2.3. *Helicotylenchus spp.***

Los nemátodos del género ***Helicotylenchus*** se les conoce con mayor frecuencia como nemátodos de espiral, pero a veces también se aplica a otros géneros de la familia ***Hoplolaimidae***, incluidos ***Rotylenchus***, ***Aorolaimus***, ***Scutellonema*** y ***Peltamigratus***. Estos se llaman nemátodos espirales porque sus cuerpos tienden a curvarse en espiral cuando los nemátodos están relajados o muertos (ver figura 3) (Crow, 2011).

**FIGURA 3. *Helicotylenchus* spp.**



**A.** Hembra madura vermiforme. **B.** Estilete corto con nódulos basales. **C.** Esófago traslapado al intestino ventralmente. **D.** Vulva. **E.** Cola redonda con una pequeña proyección en la parte ventral.

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019). Departamento de protección vegetal de la Universidad de Panamá.

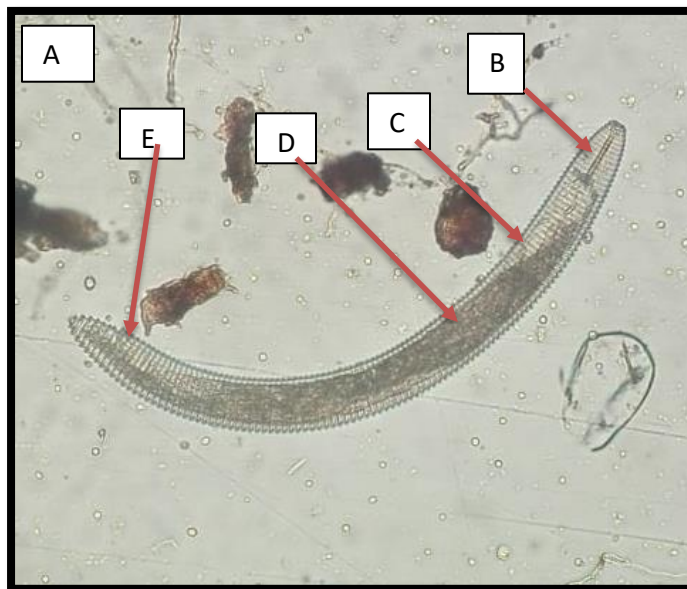
Según Vargas, 2008; es una especie ectoparásita, el cual puede comportarse como endoparásito migratorio, al completar su ciclo en la raíz; al infectar cormos o tejido remanentes del cultivo previo. Los síntomas son parecidos a los causados por otros nemátodos fitoparásitos. Que se alimentan de las capas más externas de la corteza, causando lesiones necróticas pequeñas que son características; de tal modo, la penetración se da de 4-6 capas de células del parénquima cortical. Cuyo daño está confinado al parénquima más cercano a la epidermis. Los daños celulares son a menudo decoloraciones que posteriormente constituyen áreas necróticas. Su disseminación es principalmente por tejido infectado.

#### 2.2.2.4. *Criconemoide spp.*

Es un ectoparásito de hábitos alimenticios externos a las raíces. Son de distribución mundial y asociados a diferentes cultivos, especialmente especies leñosas y gramíneas. Estos nemátodos introducen su estilete en los tejidos donde degeneran las células radicales. La temperatura es determinante para el desarrollo y aumento de las poblaciones, con un óptimo desarrollo a 15-30°C. *Criconemoides spp.* Se desarrolla mejor en suelos húmedos, situación que le permite establecerse en zonas con riego y en la estación lluviosa aumentar sus poblaciones (OIRSA, 2003).

Según OIRSA, (2003); el nemátodo anillado *Criconemoides spp.*, se caracteriza por su cuerpo corto, robusto e intensamente anillado (ver figura 4). Son de movimientos lentos, el estilete es muy largo en comparación con la longitud del cuerpo, y con los nódulos basales con proyecciones hacia la parte anterior. Sexualmente dimórficos.

**FIGURA 4. *Criconemoide spp.***



A. Hembra madura vermiforme. B. Parte posterior con estilete. C. Esófago sobre puesto al intestino ventralmente. D. Intestino. E. Vulva

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019). Departamento de protección vegetal de la Universidad de Panamá.

### **2.2.3. Aspectos importantes en el control de fitonemátodos en Musáceas**

Según Champion, (1969); las características físicas y químicas de los suelos tienen gran importancia; quizás desde luego, porque pueden ser más o menos favorables para los desplazamientos de los nemátodos parásitos cuando estos se encuentran fuera de la planta.

Lee, citado por Araúz, (1977); sostiene que el principal factor que puede afectar la movilidad del nemátodo es el tamaño de la partícula del suelo, la cantidad de agua presente en los espacios libres del suelo, así como la textura de las partículas.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

En la evaluación del ensayo se utilizaron diferentes materiales que fueron esenciales para la extracción de muestras, conteo de fitonemátodos y aspersión de los productos.

Entre los cuales podemos mencionar: pala, bolsas plásticas de 2.5 libras, cintas métricas, estacas, letreros rotulados, cinta adhesiva, bombas de mochila, fichas de identificación, probetas, equipo de protección personal.

#### 3.2. Productos nematicidas utilizados en la evaluación

En el cuadro 1, se detallan los nematicidas utilizados (Ver anexo, figura 14):

**CUADRO 1. PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.**

Tratamiento	Producto	Tipo de formulación	Concentración	Ingrediente activo	Dosis
1	Mico-plag WP	Biológico	50,000 esporas /gramos 50,000 esporas/gramos 1,000,000 esporas/gramos	<i>Beauveria bassiana</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Paecilomyces lilacinus</i>	1,5 g/L o 300 g/ha-1
2	Vydate 24 SL	Químico	240 g/L	Carbamayo Oxamil	7,5 a 10cc/L H2O/planta
3	CustomBio NC (H+B)	Biológico	8*10 <sup>11</sup> UFC/ 10 g/L	<i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Hirsutellarhos siliensis</i> <i>Arthrobotrys oligospora</i> <i>Acremonium butyri</i> <i>Bacillus chitinosporus</i> <i>Bacillus firmus</i> 10g/L	5cc/L O 1L/ha-1
4	Nano-Steel 10% SL	Biológico	3,1%10 <sup>11</sup> esporas activas / hongo/gramo	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	2,5 cc/L o 500cc/ha-4
5	<i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> , <i>Pachonia chlamydospori</i> a.	Biológico	8*10 <sup>11</sup> UFC/ 10 g/L	<i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> , <i>Ponchonia chlamydosporia</i> .	2.5cc/L
6	Testigo		-----	-----	-----

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

A continuación, se detallan las cualidades de los productos biológicos y químicos usados en la investigación

### 3.2.1. Mico-plag WP

Es un producto biológico, cuyos ingredientes activos podemos encontrar esporas en latencia de los hongos entomopatógenos: ***Paecilomyces lilacinus***, ***Metarhizium anisopliae***, ***Beauveria bassiana***.

El modo de actuar de este bio-nematicida es protegiendo las raíces de los cultivos del daño por los nemátodos con antagonismo, parasitismo y bio-regulación. En el caso del banano y plátano el problema a solucionar es de ***Radophulus sp.***, ***Meloidogyne sp.***, ***Pratilenchus sp.*** y ***Helicotilenchus sp.*** (Biotech, 2018).

La combinación de hongos que constituye Micos Plag es: ***Paecilomyces lilacinus***, ***Metarhizium anisopliae*** y ***Beauveria bassiana***:

***Paecilomyces lilacinus***: generalmente parasita los huevos del nematodo y los adultos (Durante esta etapa inicial no hay producción de toxinas). Provocando que las esporas produzcan enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nematodo, una vez haya ingresado al hospedero se comienza a reproducir rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que provoca deformaciones, vacuolizaciones y pérdida del movimiento del nematodo, causándole hasta la muerte (Rubio, 2004).

**Metarhizium anisopliae:** es un parásito facultativo, posee conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo, donde cuyo ciclo comprende dos fases, una patogénica y otra saprofítica. La fase patogénica ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del hospedante y la saprofítica cuando el hongo completa su ciclo aprovechando los nutrientes del cadáver del insecto (Terralia. 2018).

**Beauveria bassiana:** su modo de acción se presenta por las conidias, las cuales son unidades infectivas, que penetran al cuerpo del nematodo, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc.; es decir el nematodo se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere (SENASA, 2014).

Según biotech, 2018. El conteo viable es:

**Paecilomyces lilacinus**.....1x 10<sup>8</sup> esporas/g

**Metarhizium anisopliae**.....1x 10<sup>6</sup> esporas/g

**Beauveria bassiana**.....1x 10<sup>6</sup> esporas/g

### 3.2.2. Vydate 24 SL.

Según SAG, 2016.La composición química es:

Ingrediente activo

\*Oxamilo..... 24 % p/v (240 g/L)

Coformulantes..... c.s.p. 100% p/v (1 L)

\* N, N-dimetil-2-metilcarbamoiloxiimino-2-(metiltio)acetamida

Es un producto sistémico, soluble en agua, del grupo de los carbamatos, que inhibe la acetilcolinesterasa, enzima necesaria en la transmisión de impulsos nerviosos, siendo activo por contacto directo o por ingestión (Dupont, 2014).

Vydate 24 SL, presenta una categoría toxicológica altamente peligrosa (banda roja), la cual tiene un amplio registro de uso en cultivos como: algodón, banano y plátano, café, cítricos, camote, cucurbitáceas en general, frijol, hortalizas en general, maní, papa, piña, soya, tabaco y pastos; donde se dispone a controlar plagas (Nemátodos) como: ***Meloidogyne sp., Pratylenchus sp., Radopholus sp., Trichodorus sp., Helicotylenchus sp., Heterodera sp., Ditylenchus sp., Criconemoides sp., Tylenchorhynchus sp.***; entre otros (Flores, 2014).

Por otra parte, en caso de intoxicación: administre dosis repetidas de sulfato de atropina de 1.2 a 2.0 mg por vía intravenosa cada 10 a 30 minutos hasta lograr una completa atropinización (Dupont, 2014).

### **3.2.3. CustomBio NC (H) + CustomBio NC (B)**

#### **3.2.3.1. CustomBio NC (H)**

Está compuesto de los siguientes cuatro hongos:

***Paecilomyces lilacinus***: Su modo de acción es por medio del parasitismo hacia todos los estadios del nematodo. El micelio crece alrededor del huevo de nematodo

penetrándolo y usándolo como alimento. Este hongo penetra la cutícula del nematodo y lo rodea. La hifa de este hongo también busca otras aperturas en donde atacar al Nematodo (Naturalite, 2009).

***Arthrobotrys oligospora***: Hongo atrapador de nemátodos.

***Hirsutella rhossiliensis***: Produce conidios, que se adhiere a los nemátodos. Estos conidios germinan y penetran la cutícula utilizando los contenidos internos como alimento y protección. Nuevos conidios son producidos cuando el alimento se acaba. (Naturalite 2009).

***Acremonium butyri***: Produce un ovicida de nemátodos. Este hongo produce una enzima polisacarida-hidrolizada que tiene cualidades de ovicida (Naturalite, 2009).

Conteo viable  $8 \cdot 10^{11}$  UFC, \* UFC = Unidades Formadoras de Colonias.

### 3.2.3.2. CustomBio NC (B)

Está constituido por dos bacterias:

***Bacillus chitinosporus***: Es una bacteria que produce enzimas de quitinasa que degrada huevos de nemátodos (Naturalite, 2009).

**Bacillus firmus:** Es una bacteria de alta motilidad, que produce fitohormonas y solubiliza fosfato. Efectiva contra **Meloidogyne spp.** (Naturalite, 2009).

Conteo viable  $8 \times 10^{11}$  UFC, \* UFC = Unidades Formadoras de Colonias.

#### **3.2.4. Nano-steel 10% SL.**

Es un nematicida biológico, cuya concentración biológica es de  $3,1\% \times 10^{11}$  esporas activas/hongo /gramo; donde su ingrediente activo es el hongo **Paecilomyces lilacinus**.

**Paecilomyces lilacinus:** Es el enemigo natural de muchos géneros de nemátodos y algunos insectos como mosca blanca y chinche. Además, su efectividad es utilizado para el control de los diferentes tipos de Nemátodos fitopatógenos del género: **Radopholus sp., Helicotylenchus sp., Meloidogyne sp., Scutellonema sp. Pratylenchus sp. Y Globodera sp;** en los cultivos de banano, café, flores, frutales, plátano, tomate, arroz, etc. El hongo parasita los huevos y hembras de los nemátodos con la participación de enzimas líticos, causando: deformaciones, destrucción de ovarios y reducción de la eclosión. Produce toxinas que afectan el sistema nervioso y causan deformación en el estilete de los nemátodos que sobreviven, lo que permite reducir el daño y sus poblaciones. A valores de pH ligeramente ácidos, se producen toxinas que afectan el sistema nervioso de los nemátodos (García, 2007).

### **3.2.5. *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Ponchonia chlamydosporia* y *Paecilomyces lilacinus*.**

***Bacillus subtilis***: es una bacteria Grampositivas, no patogénica, con propiedades antagonistas. Son buenas secretoras de proteínas y metabolitos, fáciles de cultivar y altamente eficientes para el control de plagas y enfermedades. Los mecanismos de acción incluyen competencia por espacio y nutrientes, antibiosis e inducción de resistencia. Además, tienen comprobado efecto en la promoción de crecimiento de las plantas; donde la capacidad de formar esporas que sobreviven y permanecen metabólicamente activas bajo condiciones adversas, las hace apropiadas para la formulación de productos viables y estables para el control biológico. Para considerar que la bacteria sea un biocontrolador de nemátodos, su ciclo de vida debe desarrollarse en sincronía con el del nematodo (Soto, 2012).

***Pseudomonas fluorescens***: se considera parte de un grupo importante de bacterias que presentan efectos antagónicos frente a otros microorganismos, entre los que se encuentran las bacterias de los géneros ***Pseudomonas*** y ***Bacillus***. Este grupo bacteriano es un importante colonizador de la rizosfera de plantas. Además, produce compuestos extracelulares conocidos como biosurfactantes, debido a la capacidad que tienen de crecer en presencia de hidrocarburos, lo cual estimula la producción de estas moléculas, que tienen una actividad lítica en fitopatógenos (Álvarez, 2015).

***Lecanicillium lecanii***: es un hongo entomopatógeno, que libera efluentes de fermentación líquida, que pueden ejercer control sobre los nemátodos, al mismo

tiempo los metabolitos presentes en estos efluentes poseen actividad proteolítica, lipolítica y antimicrobiana; son compuestos polipeptídicos con propiedades antibióticas y ácidos fenólicos (Hernández, 2009).

***Ponchonia chlamydosporia***, es un parásito facultativo de huevos de nemátodos de quistes y formadores de agallas presente en suelos supresores de nemátodos. La colonización de estas cepas, se dan en el orden de  $10^4 \text{UFC.g}^{-1}$  en suelo y  $10^3 \text{UFC.g}^{-1}$  en las raíces, cuyos valores de colonización de masas de huevos y parasitismo de huevos son superiores al 80 % (Arévalo, 2012).

***Paecilomyces lilacinus***: generalmente parasita los huevos del nematodo y los adultos (Durante esta etapa inicial no hay producción de toxinas). Provocando que las esporas produzcan enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nematodo, una vez haya ingresado al hospedero se comienza a reproducir rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que provoca deformaciones, vacuolizaciones y pérdida del movimiento del nematodo, causándole hasta la muerte (Rubio, 2004).



## Metodología de la investigación

### 3.3.1. Ubicación del área en estudio

El trabajo de investigación se realizó en la provincia de Chiriquí, en el de distrito de Alanje, corregimiento de Divalá, en la finca San Isidro del Ing. Gustavo Gómez; esta finca se dedica la producción de plátanos (*Musa sp.*), variedad Curare Enano. Las coordenadas 8°25'20.2"N 82°44'35.5"W (ver figura 5).

**FIGURA 5. COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.**



**Fuente.** Google maps. (2019).

En el área de estudio se realizó previamente a la marcación de los tratamientos un análisis físico - químico del suelo para conocer su estructura, para el desarrollo más eficaz de la investigación.

Los resultados del análisis nos indica que el suelo presenta una textura franca arenosa, al momento de realizar el muestreo la zona se encontraba en la época lluviosa, la humedad relativa era de 70 a 80 %, la temperatura ambiental promedio anual es de 27°C, pH (H<sub>2</sub>O) =5.9, P=41.09 mg/kg, K=264.6 mg/kg, Ca=5.02 meq/100g, Mg=2.90 meq/100g, Mat. Orgánica=7.51 %, del área de estudio.

**FIGURA 6.** ÁREA DE ENSAYÓ DE LA INVESTIGACIÓN.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019). Platanera San Isidro.

### **3.3.2. Diseño completamente al azar**

Al ilustrar el diseño, se determina que se utilizó cinco nematicidas (cuatro del orden biológico, un testigo absoluto y un testigo comercial el Vydate 24 SI), se evalúan seis

tratamientos para cada tipo de control en un lapso de 45 días, a través de un control simple entre tratamientos.

El diseño completamente al azar es una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”; cuyo objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución “F”. (Mellado, 2003).

### 3.3.2.1. Modelo matemático del diseño

Respuesta=

El modelo estadístico para un diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ . (Galeón, 2011).

### **3.3.3. Metodología del análisis estadístico**

Es el Según María P, (2013), el paquete SAS (Statistical Analysis System) es un sistema de programas para el análisis de datos. Consiste de un conjunto de módulos capaces de entregar resultados de diferentes procesos como regresión, análisis de varianza, estadística básica, distribución de frecuencias, procedimientos multivariados y muchos más.

### **3.4. Metodología en campo**

#### **3.4.1. Descripción del área de estudio**

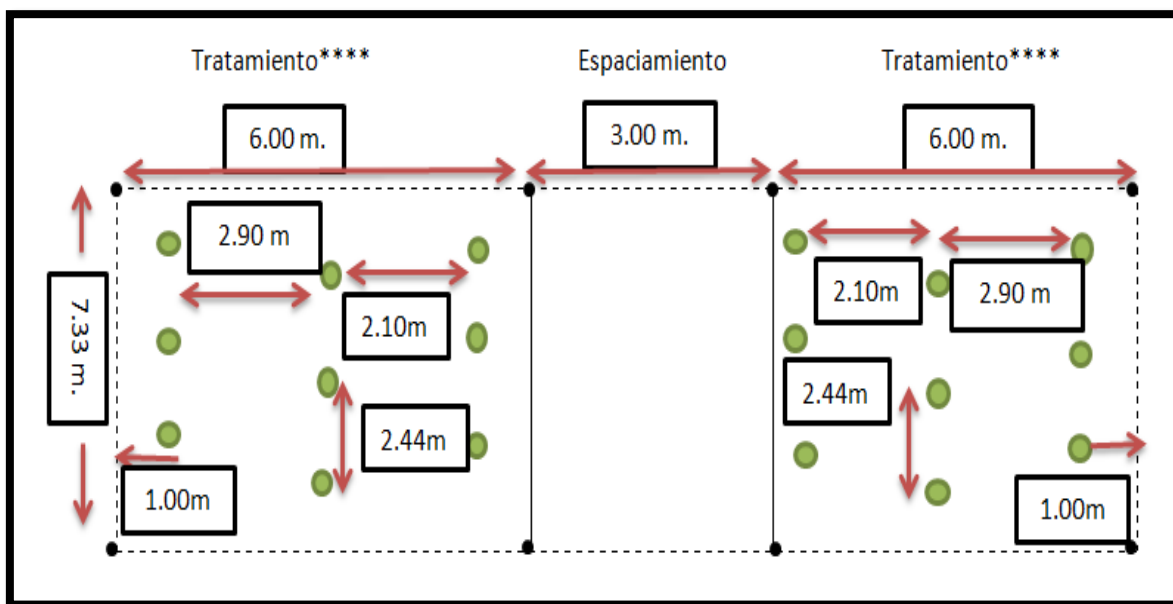
El ensayo para esta investigación se inició el 17 de abril de 2019, en una parcela ya establecida donde su edad era aproximadamente de 6 años de haberse establecido.

El área de la parcela experimental de plátano se dividió en seis tratamientos; donde cada tratamiento contó con seis repeticiones. Generando un total de 36 unidades experimentales; y estos a su vez, contaba con nueve (9) plantas, generando un aproximado de 324 plantas (muestras en total).

Cada tratamiento consiste en 43.98 metros cuadrados en (6.00 metros de ancho por 7.33 metros de largo), cada uno de los seis tratamientos poseen un esparcimiento de 3.00 metros entre ellos y entre bloques 2.44 metros de distancia.

El área total del ensayo fue de 15 metros de ancho y 132 metros de largo; arrojando un total de 1,980 metros cuadrados.

**FIGURA 7. DENSIDAD DE SIEMBRA.**

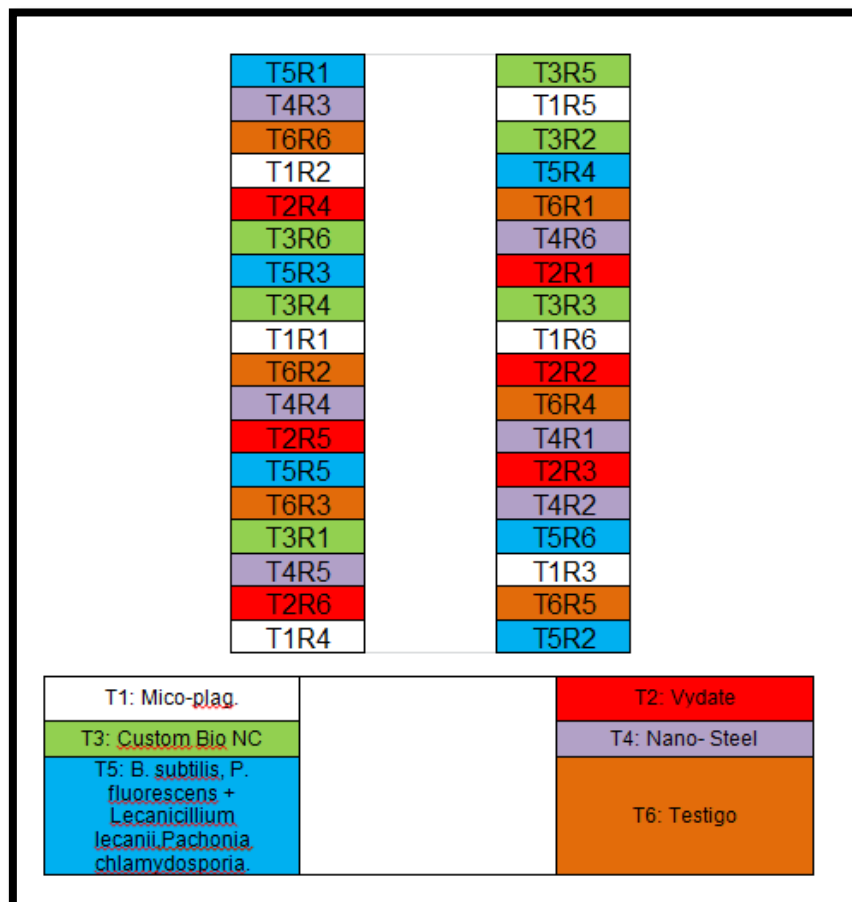


**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

### 3.4.2. Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos de esta investigación se realizó completamente al azar.

**FIGURA 8.** COMPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN UN DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA).



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

### 3.4.3. Dosificación de los productos

En cuanto al tratamiento número uno (T1 MICOS PLAG® WP 1.5 g/L), se recomendó 0.45 gramos de MICOS PLAG® WP por cada planta; por tanto, cada unidad experimental cuenta con nueve (9) plantas de plátano, lo cual lleva como resultado a utilizar 4.05 gramos de MICOS PLAG® WP en cada repetición del tratamiento número uno (T1); es decir, que la suma de las seis (6) repeticiones en este tratamiento, da un

total de 24.3 gramos de producto (ver figura 9); repartidos en las 54 plantas que conformar el tratamiento uno (T1 MICOS PLAG® WP), de la parcela experimental.

Con relación al tratamiento número dos (T2 VYDATE® 24 SL), la dosis recomendada por el fabricante fue de 10 cc o ml/Litro; Se concluyó, que la dosis para cada planta en el control de fitonemátodos es de 2.2 cc de producto/planta de (VYDATE® 24 SL), por ende, cada unidad experimental cuenta con 9 plantas de plátano; lo que da como resultado 19.8 cc de (VYDATE® 24 SL) en cada repetición del tratamiento dos (T2).

Por último, la suma de las seis repeticiones en este tratamiento da un total de 120 cc de VYDATE® 24 SL diluido en una bomba de 12 litros. Para conformar el tratamiento dos (T2 VYDATE® 24 SL) de la parcela experimental.

En cuanto al tratamiento número tres (T3 CUSTOM BIO® NC (H y B)). La dosis del fabricante es de 5cc/litro; pero al evaluarlos contra nematicidas químico se dosifica a 1000 cc por hectárea; para el (CUSTOM BIO® NC (H y B)) se realizó el mismo cálculo. Si 1000cc. De CUSTOM BIO®, se aplica en una hectárea de plátano (10000 m<sup>2</sup>) entonces; cuánto se le aplicaría a una unidad experimental de 43.98 m<sup>2</sup>. Dando un resultado de 4.40 cc de (CUSTOM BIO® NC H), más 4.40cc de (CUSTOM BIO® NC B); en la parcela experimental.

Por otra parte, el tratamiento número cuatro (T4 NANO STEEL®) la dosis estipulada por el fabricante es de 2,5cc por litro, al evaluarlo contra un nematicida químico, esté se dosifica a 500cc por hectárea. Igualmente se aplica la fórmula a (NANO STEEL®),

donde cada 500cc de (NANO STEEL®) al ser aplicado en una hectárea de plátano (10000 m<sup>2</sup>) entonces cuánto se le aplicaría a una unidad experimental de 43.98 m<sup>2</sup>. Dando un resultado de 2.20 cc de (NANO STEEL®); en la unidad experimental.

En relación con el tratamiento número cinco (T5 PAECILOMYCES® y ***Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii***). Se recomendó 0.55 cc o ml de (T5 PAECILOMYCES® y ***Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii***), por cada planta en el control de fitonemátodos; por tanto, cada unidad experimental cuenta con nueve (9) plantas de plátano, lo cual lleva como resultado a utilizar 4.95 cc o ml de (T5 PAECILOMYCES® y ***Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii***), en cada repetición del tratamiento número cinco (T5). Es decir que la suma de las seis (6) repeticiones en este tratamiento, da un total de 30 cc o ml de PAECILOMYCES® y 30cc o ml de ***Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii***), dando un total de 60cc por cada 12 litros de agua, repartidos en las 54 plantas que conformar el tratamiento cinco (T5 PAECILOMYCES® y ***Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii***), en la parcela experimental.

El tratamiento número seis (T6) que es el testigo absoluto, consistió en no aplicar ningún tipo de nematicidas durante el periodo de la investigación. Este tratamiento nos indica cómo se comportó la población de ***Radophulus spp, Helicotylenchus spp, Criconemoide spp Y Pratylenchus spp.***, al no ser sometido por la variable nematicidas, el cual fue utilizado en los demás tratamientos.



Por otra parte, el tratamiento número dos (T2 VYDATE® 24 SL), el cual corresponde al testigo comercial; junto a los tratamientos, número tres (T3 CUSTOM BIO® NC H y B), número cuatro (T4 NANO STEEL®) y número cinco (T5 PAECILOMYCES® *Ponchonia clamydosporia. Lecanicillium lecanii*). Se procedió a utilizar una bomba de mochila manual, con un tipo de boquilla cónica para facilitar el área de la aplicación, donde los productos se aforaban en una probeta de 100cc; a sus dosis respectivas, donde posteriormente se disolvían en dos jarras para facilitar una mezcla más homogénea, cuya distancia de aplicación se dio en forma circular con un radio de 40 cm a la base de la planta.

#### **3.4.4. Aplicación de los productos**

El 17 de abril del 2019, se recolectó dos muestras de cada unidad experimental dando un total de 72 muestras iniciales sin las aplicaciones de tratamientos a evaluar. Posteriormente, a la recolección de las muestras se procedió a aplicar los seis tratamientos, siendo esta la primera aplicación, posteriormente a los 30 días y finalmente a los 45 días de haber aplicado la primera aplicación.

Para el tratamiento número 1 (T1 MICOS PLAG® WP 1.5 g/L); se utilizó una balanza (COBOS, Precisión), para pesar 24 gramos de MICOS PLAG® WP 1.5 g/L; en una bomba de mochila con 16 Litros de agua; realizando la aplicación alrededor de la planta en forma circular con un radio de 40 cm a la base de la planta. donde cada planta recibía una dosis de 0.44 L.

**FIGURA 9.** PESAJE DE MICOS PLAG WP.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

Por otra parte, el tratamiento número dos (T2 VYDATE® 24 SL), el cual corresponde al testigo absoluto. Junto a los tratamientos, número tres (T3 CUSTOM BIO® NC H y B), número cuatro (T4 NANO STEEL®) y número cinco (T5 PAECILOMYCES® *Ponchonia clamydosporia*. *Lecanicillium lecanii*). Se procedió a utilizar una bomba de mochila manual, con un tipo de boquilla cónica para facilitar el área de la aplicación, donde los productos se aforaban en una probeta de 100cc; a sus dosis respectivas, donde posteriormente se disolvían en dos jarras para facilitar una mezcla más homogénea, cuya distancia de aplicación se dio en forma circular con un radio de 40 cm a la base de la planta.

### **3.5. Metodología en laboratorio**

#### **3.5.1. Recolección de muestras**

La metodología empleada para determinar la población de nemátodos se detalla a continuación

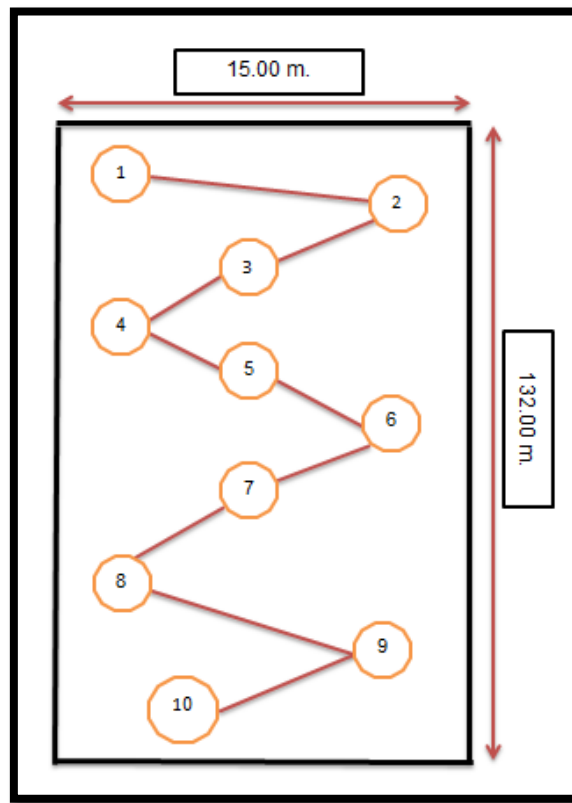
##### **3.5.1.1. Análisis fisicoquímico del suelo**

El análisis de suelo se realizó para conocer las diferentes condiciones de textura y porcentajes de elementos presentes en el mismo, para determinar un plan de fertilización.

En el estudio de los muestreos del suelo se utilizó alrededor de 10 submuestras, que constituían (0.5kg); cada una; posteriormente se homogenizó el material para extraer (1kg) de suelo para la muestra de análisis físico - químico del suelo.

En la figura 10, se describe el método de muestreo empleado para recolección de las muestras del análisis físico – químico del suelo.

**FIGURA 10.** DIAGRAMA DE MUESTREO.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

### 3.5.1.2. Análisis nematológico

El análisis nematológico es el punto más condicional del ensayo lo cual busca tener una precisión de los valores; resaltados posteriormente en el conteo de nemátodos, por ende, será necesario el análisis de muestras de raíces en el laboratorio, que nos permitan confirmar la presencia de los nemátodos (ver figura 11). Debido a que los nemátodos no pueden ser observados directamente en campo, deben ser extraídos del suelo o muestras vegetales, luego identificados y contados al microscopio.

Las muestras fueron tomadas alrededor de las zonas de crecimiento radicular, entre 5 y 30 cm. de profundidad, incluyendo suelo y raíces (Asunción, 2015).

**FIGURA 11.** EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS.



*Fuente.* Alonzo, Y. (2019).

### **3.5.2. Procesamiento de muestras en el análisis nematológico**

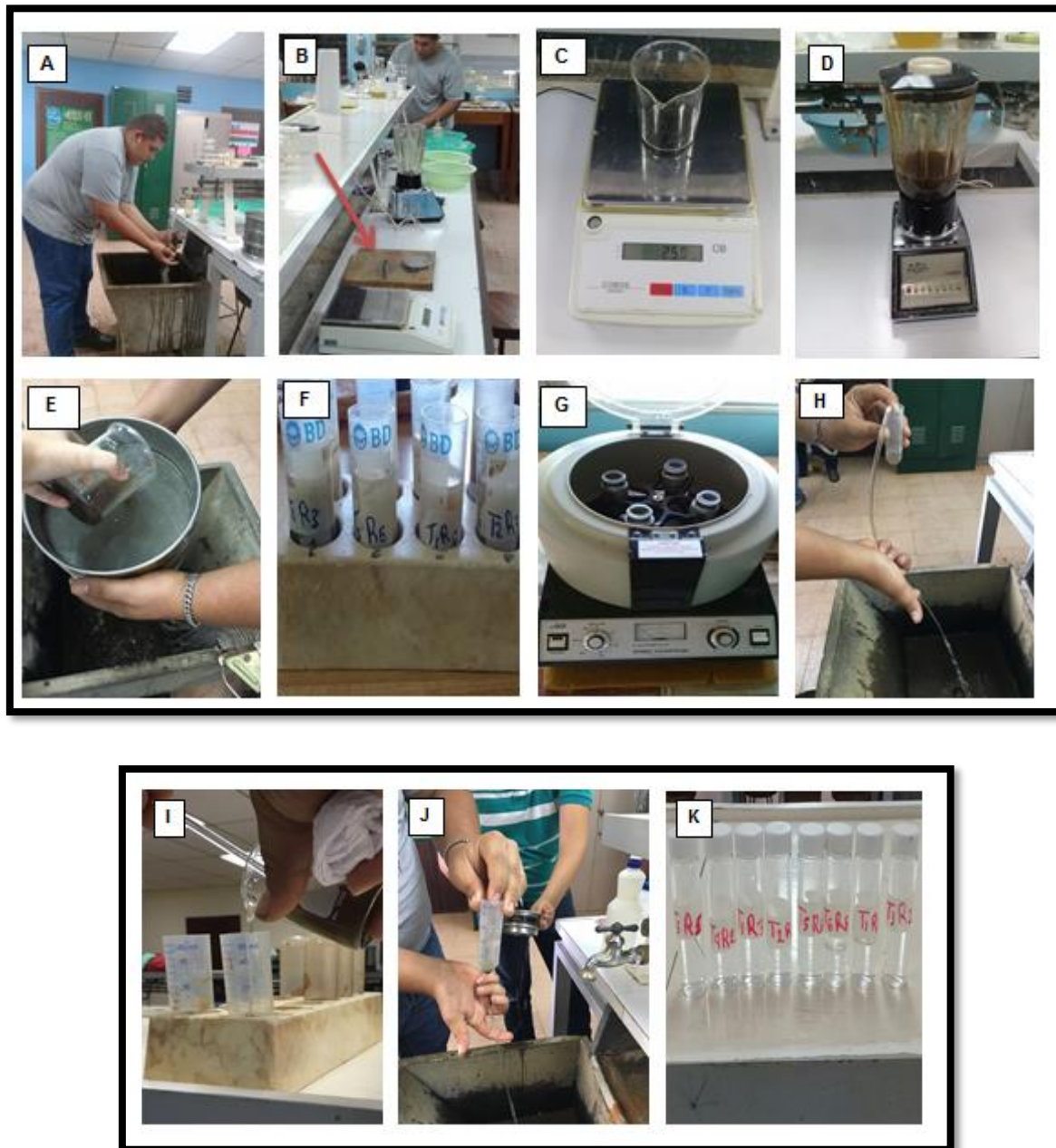
El método utilizado en el análisis del laboratorio es el tamizado, centrifugación y flotación en azúcar

El procedimiento que se sugirió para la extracción fue el establecido en el laboratorio de fitonematología de la F.C.A:

- A.** Se toma la muestra y se lavan las raíces.
- B.** En una tabla picadora con una navaja se corta las raíces en trozos pequeños.

- C.** Se pesa 25g de raíz.
- D.** Se vierten en una licuadora y se adicionan dos vasos de agua con un volumen de 100ml por alrededor de 30 segundos.
- E.** El extracto se esparce en el juego de tamiz de 35, 200 y 400 mesh para eliminar los sólidos y extraer una muestra lo más limpia.
- F.** Se procede a utilizar un tubo de la centrifuga y se lleva a 30cc,
- G.** Se coloca en la centrifuga de cabezal horizontal por 5 minutos a 3200 rpm.
- H.** Se extrae del tubo y con la ayuda de un sifón se extrae el líquido y se deja en 15cc.
- I.** Se procede a resuspender nuevamente colocando la solución azucarada y con un policial se agita suavemente la muestra y se coloca en la centrifuga nuevamente por 2 minutos a 3200 rpm.
- J.** Una vez terminada la centrifuga, se procede a verter la solución azucarada en un tamiz de 500 mesh, se lavan y se identifican y se cuenta con la ayuda de una cámara contadora.

**FIGURA 12. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE FITONEMÁTODOS EN EL LABORATORIO.**



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

Para determinar la población de nemátodos se llevó a un volumen de 23cc y lo que se obtuvo del tamiz de 500 mesh, la cual se cuenta con una placa nematológica que

contiene 1.87cc y de volumen efectivo entonces la cantidad de nemátodos contados en la placa nematológica por regla de tres se obtiene los datos en 23cc.

Por ejemplo: si obtenemos que 1.87cc encontramos 191 nemátodos, entonces se realiza la regla de tres para obtener el valor de 23cc.

1.87cc-----191 Nemátodos

23cc -----X **Nemátodos**

---

**X= 2349 Nemátodos.**

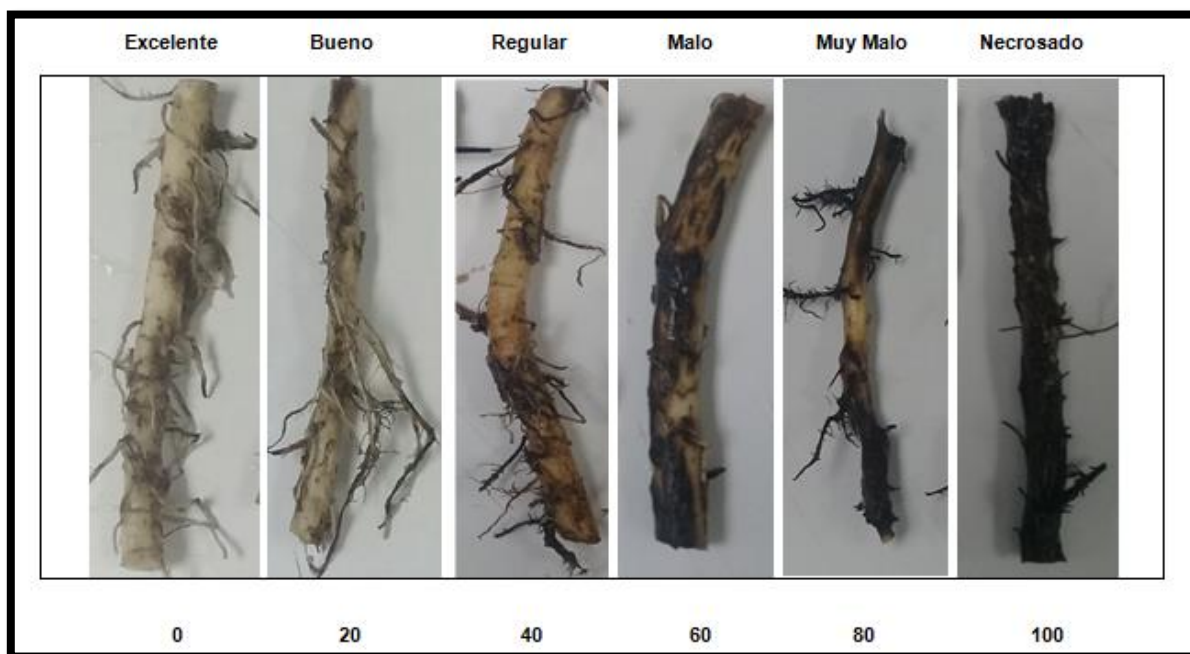
Al realizar la regla de tres se obtiene que en 23 cc se encuentre 2349 nemátodos.

### **3.5.3. Estimación de la tasa de severidad de la plaga**

El método que se llevará a cabo para estimar la severidad o ARI (Área radicular afectada), es de manera visual, ya que establece el grado de infección mediante una tabla de evaluación (ver figura13), en las raíces del cultivo de plátano, sobre la base del tejido vegetal sano o enfermo. De esta manera es subjetiva y hace referencia al % del área necrosada o enferma de la raíz.



**FIGURA 13.** ESCALA DE EVALUACIÓN DE RAÍCES AFECTADAS.



**Fuente.** Vissuetti, Z. (2019).

Entre los pasos para obtener la severidad de la plaga, se utilizará dos metros lineales de raíz de cada tratamiento; en la cual se cortará en trozos de 10 centímetros obteniendo como resultado veinte (20 trozos), por un lado, se observa en figura 13 la parte superior indicando si es excelente o es muy mala, por otro lado, la parte inferior indica de forma numérica la calificación que obtuvo esa raíz en la evaluación.

Por ejemplo; al evaluar veinte (20) muestras de raíces, se procede a conformar un cuadro donde se pone de manera ordenada los valores representativos de la escala en este caso sería los números (0, 20, 40, 60, 80 y 100. Se toma las 20 raíces y se colocan según el grado que presentan (ver cuadro 2).

**CUADRO 2. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.**

<b>Escala</b>	<b>N° de Raíces</b>	<b>Escala*Raíces</b>	<b>% de Severidad de la plaga</b>
0	4	0	
20	3	60	
40	4	160	48.00
60	2	120	
80	4	320	
100	3	300	

**Fuente.** Vissuetti, Z. (2019).

Posteriormente, cada escala se multiplica por el número de raíces, dando como resultado escala\*raíces.

Escala 40-----N° de raíces 4

**Escala\*Raíces = 160.**

Seguidamente se suman los resultados de escala\*raíces.

Escala\*Raíces (0+60+160+120+320+300)

**Escala\*Raíces= 960.**

Finalmente se suma Escala\*Raíces y se divide entre el número de raíces total.

**ARI % (Área Radicular Infectada en porcentaje) =  $\frac{960}{20} * 100 = 48.00\%$**

De esta manera se obtiene la tasa de severidad de la plaga.

### **3.6. Variable de respuesta**

- Género de los nemátodos presentes en las raíces del cultivo de plátano.
- Población de nemátodos encontrados antes de cada tratamiento.

- Control de la patogenicidad de fitonemátodos, después de la aplicación de nematicidas biológicos y químico transcurrido un periodo de 60 días (conteo de géneros de nemátodos).
- Porcentajes de incidencia, severidad de la plaga.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro número tres (3), se detalla la distribución de la población de fitonemátodos en plátano curare enano. Sobre base a la media de números de individuos/ 25 g de raíces en el conteo inicial.

**CUADRO 3.** DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE FITONEMÁTODOS EN PLÁTANO CURARE ENANO. SOBRE LA BASE A LA MEDIA DE NÚMEROS DE INDIVIDUOS/ 25 G DE RAÍCES EN EL CONTEO INICIAL.

Tratamientos	<i>Helicotylenchus</i> <i>Pr &gt;F (0.5538)</i>	<i>Criconeмоide</i> <i>Pr &gt;F (0.3790)</i>	<i>Radopholus</i> <i>Pr &gt;F</i> <i>(0.6395)</i>	<i>Pratylenchus</i> <i>Pr &gt;F</i> <i>(0.8561)</i>
T1= Mico-plag WP	57	161	2578	2312
T2= Vydate 24 SL	42	166	3851	3042
T3= CustomBio NC (H+B)	46	179	2598	3317
T4= Nano-Steel 10% SL	41	239	2273	2480
T5= <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> <i>Pachonia</i> <i>chlamydosporia</i> .	51	258	3754	3499
T6= Testigo	55	327	4021	2997

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

NS= indica un efecto no significativo ( $Pr > 0.05$ ), según la prueba de Tukey.

El cuadro tres (3) de distribución de la población de fitonemátodos en plátano curare enano. Con base en la media de números de individuos/ 25 g de raíces en el conteo inicial.

Se puede explicar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con base en la población de nemátodos por género.

Por ejemplo, si tomamos al género: *Pratylenchus spp.*; podemos observar que no Existe una diferencia entre los tratamientos, ya que el número de nemátodos obtenidos por tratamiento es similar.

Pero si analizamos, cuál fue el fitonematodo que más se presentó podemos ver que *Radophulus spp.*, seguido de *Pratylenchus spp.*, *Criconemoide spp.* y *Helicotylenchus spp.*; el que menos población presentó en el ensayo, pero no difirió significativamente, como eras de suponerse, antes de los tratamientos.

**CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN INICIAL DE *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp*.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Modelo</b>	5	1073620.14	214724.03	0.49	0.7778
<b>Error</b>	30	13027172.83	434239.09		
<b>Total</b>	35	14100792.97			
<b>R-cuadrado =</b>	<b>Coef. Var =</b>	<b>Raíz MSE =</b>	<b>Nem. Media</b>		
<b>0.076139</b>	<b>61.87333</b>	<b>658.9682</b>	<b>= 1065.028</b>		

*Fuente.* Alonzo, Y. (2019).

NS= indica un efecto no significativo.

\*= indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 5%.

\*\*= indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 1%.

Este cuadro de análisis de varianza para la población inicial **de *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp*.**

Se puede observar que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Quiere decir, que la población de *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp*; es homogénea en toda la parcela experimental.

También indica, que no hay diferencia entre los tratamientos. ( $P > 0.05$ ).

**CUADRO 5.** EFECTO DEL MANEJO QUÍMICO Y BIOLÓGICO SOBRE LA POBLACIÓN DE FITONEMÁTODOS EN PLÁTANO CURARE ENANO. CON BASE EN LA MEDIA DE NÚMEROS DE INDIVIDUOS/ 25 G DE RAÍCES EN EL CONTEO FINAL.

Tratamientos	<i>Helicotylenchus</i> <i>Pr &gt;F (0.0001)</i>	<i>Criconemoide</i> <i>Pr &gt;F (0.0001)</i>	<i>Radopholus</i> <i>Pr &gt;F (0.0001)</i>	<i>Pratylenchus</i> <i>Pr &gt;F (0.0001)</i>
T1= Mico-plag WP	23.00	68.00	196.00	231.00
T2= Vydate 24 SL	6.15	14.35	57.35	48.17
T3= CustomBio NC (H+B)	27.90	106.00	342.00	328.00
T4= Nano-Steel 10% SL	26.60	86.70	267.70	283.00
T5= <i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> <i>Pachonia</i> <i>chlamydosporia</i> .	9.63	28.49	78.52	84.05
T6= Testigo	57.00	351.00	1617.00	2363.00

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

Las letras (a y b) corresponden al grupo de diferenciación según Tukey.

\*\* La media indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 1%.

El cuadro cinco (5) sobre el efecto del manejo químico y biológico sobre la población de fitonemátodos en plátano curare enano. Con base en la media de números de individuos/ 25 g de raíces en el conteo final.

Se puede observar que hay una diferencia altamente significativa entre la población, por repetición, de cada tratamiento, lo cual indica que en cada tratamiento se obtuvo una baja de la población de nemátodos respecto al tratamiento seis (6) o testigo y Con base en la media de la población en el conteo inicial.

**CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACIÓN FINAL DE *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* Y *Pratylenchus spp*.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Modelo</b>	5	4943687.806	988737.561	86.63	<.0001**
<b>Error</b>	30	342393.8333	11413.13		
<b>Total</b>	35	5286081.64			
<b>R-cuadrado =</b>	<b>Coef. Var =</b>	<b>Raíz MSE =</b>	<b>Nem. Media</b>		
<b>0.935227</b>	<b>38.26446</b>	<b>106.8322</b>	<b>= 279.1944</b>		

*Fuente.* Alonzo, Y. (2019).

NS= indica un efecto no significativo.

\*= indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 5%.

\*\*= indica un efecto significativo al nivel de probabilidad del 1%.

El cuadro de análisis de varianza para la población final de *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* y *Pratylenchus spp*. Se puede interpretar que si existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos (P< 0.001).

Sin embargo, los tratamientos poseen una diferencia altamente significativa entre ellos (P < 0.001).

**CUADRO 7.** AGRUPAMIENTO DE DUNCAN PARA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA POBLACIÓN FINAL DE *Radophulus spp*, *Helicotylenchus spp*, *Criconemoide spp* Y *Pratylenchus spp*.

Agrupamiento de Duncan	Medias	Número de muestras	Tratamientos
<b>A</b>	1097.00	6	6
<b>B</b>	201.00	6	3
<b>B</b>	166.00	6	4
<b>B</b>	129.50	6	1
<b>C</b>	50.17	6	5
<b>C</b>	31.50	6	2

El primer grupo corresponde: (**A**) este indica que el tratamiento T6 presenta una diferencia altamente significativamente comparado con los tratamientos (T1, T2, T3, T4 y T5). Y eso corresponde al testigo (T6), ya que éste, no fue sometido a ninguna aplicación para el control de fitonemátodos durante esta investigación.

No obstante, el segundo grupo (**B**) donde se establece los tratamientos (T1, T4 y T3); se observa que no existe una diferencia significativa entre estos tratamientos, pero si una diferencia altamente significativa en comparación del grupo (A).



Y finalmente el grupo (C), el cual consiste en los tratamientos (T2 Y T5), donde T2 representa el testigo absoluto o tradicional utilizado en la finca. Y T5 un controlador biológico, concluyeron con una diferencia altamente significativa a comparación del grupo (B) y (A).

**CUADRO 8.** PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.

<b>N° Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>% de severidad de la plaga</b>	<b>Total, de raíces afectadas en dos (2) metros lineales</b>
T1	Mico-plag WP	46.00	0.92
T2	Vydate 24 SL	22.00	0.44
T3	CustomBio NC (H+B)	53.00	1.06
T4	Nano-Steel 10% SL	65.00	1.30
T5	<i>B. subtilis</i> , <i>P. fluorescens</i> + <i>Lecanicillium lecanii</i> <i>Ponchonia chlamydosporia</i> .	23.00	0.46
T6	Testigo	72.00	1.44

El porcentaje mínimo de severidad de la plaga corresponde al tratamiento (T2) o también llamado testigo absoluto; el cual presenta un 22.00% de daño al sistema radicular, de tal forma que, al ser medido en dos metros de raíz lineal, se concluye con 0.44 metros afectación radicular.

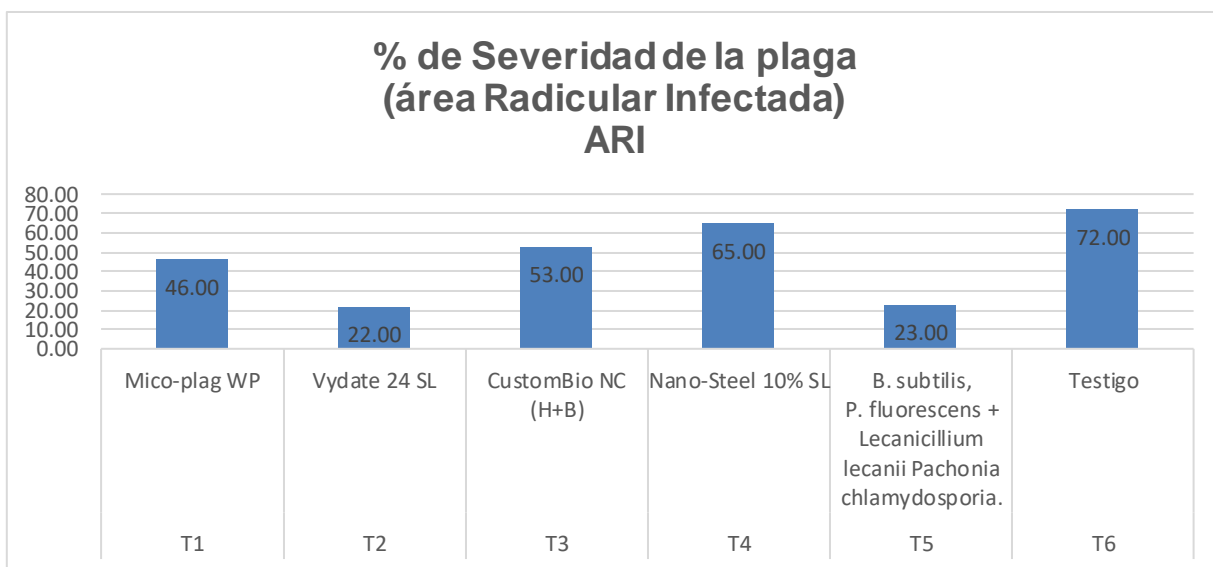
Por el contrario, el tratamiento (T5) indica un porcentaje mínimo de severidad de 23.00% de daño al sistema radicular, por tanto, al medirlo en dos metros lineales da

como resultado 0.46 metros de raíces afectadas, un valor aceptable para un producto biológico en el mercado.

Por lo que se refiere al tratamiento (T1 y T3), presentan porcentajes medios de severidad, siendo el tratamiento uno (T1), con un 46.00%, lo que da como resultado 0.92 metros de raíces afectadas en dos metros lineales; y el tratamiento tres (T3), con un 53.00% afectación resulta en 1.06 metros lineales/dos metros.

Por último, los tratamientos (T4) Y (T6) este último mencionado, tratándose del testigo proporcionan porcentajes de severidad de la plaga en rangos de 65.00% y 72.00% que resulta en daños al sistema radicular en 1.30 y 1.44 metros lineales por cada dos metros de sistema radicular. (observar gráfica 1).

**GRÁFICA 1. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE LA PLAGA.**



## V. CONCLUSIÓN

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

La identificación inicial y cuantificación de los fitonemátodos existentes en el cultivo de plátano se pudo recabar que ***Radophulus spp.***; fue el nematodo más encontrado en el área de este ensayo, seguido por ***Pratylenchus spp.*** Y posteriormente en el orden, ***Criconemoides spp.***, ***Helicotylenchus spp.***

De acuerdo con la prueba de Tukey se tiene una diferencia altamente significativa entre los tratamientos de formulaciones biológicas vs Vydate® 24 SL, ya que su modo de acción es diferente en el control de nemátodos asociado al cultivo de plátano (***Musa paradisiaca L.***).

El tratamiento número seis sin aplicación de producto (testigo), fue el que presentó diferencia altamente significativa con respecto a los otros tratamientos utilizados en la investigación.

Por otra parte, para el agrupamiento de Duncan de la comparación de medias de la población final, establece al tratamiento número dos (Vydate24 SL) y cinco (Paecilomyces) como los más efectivos en el control de nemátodos asociado al cultivo de plátano (***Musa paradisiaca L.***).

El tratamiento número dos que corresponde a Vydate® 24 SL, fue el más efectivo; pero a diferencia del tratamiento cinco que corresponde a una formulación biológica, éste fue considerado como testigo absoluto, ya que, es el más comúnmente utilizado.

El tratamiento número cinco (***B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Ponchonia chlamydosporia* y *Paecilomyces lilacinus***), es el control biológico más efectivo en esta investigación, cuya causa puede ser probable por efecto de un sinergismo entre hongos y bacterias.

Finalmente, al evaluar la tasa o porcentaje de severidad de la plaga, se puede expresar las eficiencias en el cual resulta con el tratamiento número dos; seguido del tratamiento número cinco como los tratamientos con menos afectación en el sistema radicular.

## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar esta investigación en otras áreas dedicadas al cultivo plátano en el país.
- Por efecto de reducción de población de nemátodos se recomienda el uso de ***B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii*, *Ponchonia chlamydosporia* y *Paecilomyces lilacinus*.**
- Estudiar los efectos sinergistas que existen entre las bacterias y hongos para mejorar el efecto de control en la plaga.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, S. 2015. *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno? (en línea). La Habana, Cuba. Consultado el 11 de ago. 2019. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522015000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000300008)

Anecafe, 2018. Cultivo de banano (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 20 Sep. 2018. Disponible en [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo\\_de\\_banano](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo_de_banano)

Anecafe, 2009. Cultivo de plátano (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 23 Sep. 2018. Disponible en [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo\\_de\\_platano](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo_de_platano)

Araúz, V. 1977. Cultivo de banano en Panamá. Tesis Lic. Ing. Agr. Panamá, UP.172 P.

Asunción, M. 2015. Manual de extracción de nemátodos (en línea). Valencia, España. Consultado el 20 de ago. 2019. Disponible en <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CNTSP722ZI4569&id=4569>

Arévalo, J. 2012. *Ponchonia chlamydosporia* (Goddard) Zare y Gams como potencial agente de control biológico de *Meloidogyne enterolobii* (Yang y Eisenback) en cultivos hortícolas (en línea). La Habana, Cuba. Consultado el 11 de ago. 2019. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522012000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000200009)

Biotech, 2018. Protege las raíces del daño por Nemátodos y por Insectos Plaga (en línea). Miami, USA. Consultado el 3 de jul. 2019. Disponible en <https://www.oriusbitech.com/agricola/micosplag>

Blanco, E. 2008. Identificación, cuantificación y caracterización de densidades poblacionales de nemátodos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) en la región Huetar norte (Cantónes de los Chiles y San Carlos) de Costa Rica (en línea). Huetar, Costa Rica. Consultado el 18 de Sep. 2019. Disponible en <https://www.file:///F:/60990095.pdf>

Bridge, J.1997. Nemátodos lesionadores de los bananos (en línea). Montpellier, Francia. Consultado el 18 de Sep. 2019. Disponible en <https://www.file:///F:/pratilenchus.pdf>

Champion, J. 1969. El plátano. Ed. Techniques agricoles et productions tropicales. 1 ed. Barcelona, España. Editorial Blume. 148 P.

Dupont, 2014. Vydate 24 SL (en línea). Michigan, USA. Consultado el 3 de jul. 2019. Disponible en [http://www.agrolahuerta.com.mx/intranet/mod/PLM/DEAQ/src/productos/2283\\_53.htm](http://www.agrolahuerta.com.mx/intranet/mod/PLM/DEAQ/src/productos/2283_53.htm)

Flores, L. 2014. Vydate 24 SL (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado el 11 de jul. 2019. Disponible en [https://www.ramac.com.ni/?page\\_id=376](https://www.ramac.com.ni/?page_id=376)

Galeón, J. 2011. Análisis de diseños experimentales básicos (en línea). Barranquilla, Colombia. Consultado el 23 de jul. 2019. Disponible en <http://www.galeon.com/colposfesz/est501/dca/dca.htm>

García, S. 2007. *Paecilomyces lilacinus* (en línea). Habana, Cuba. Consultado el 11 de ago. 2019. Disponible en [https://www.ecured.cu/Paecilomyces\\_lilacinus](https://www.ecured.cu/Paecilomyces_lilacinus)

González, C. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 1 de nov 2018. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs\\_Resources\\_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf)

González, M. 2004. El Cultivo de Plátano en Panamá (en línea). Panamá, Panamá. Consultado el 22 de oct 2018. Disponible en <http://www.iberamericadigital.net/BDPI/Search.do;jsessionid=FA2511E67D70611BC94033C46A57CA25?matter=Fenologia&startPage=0&institution=Biblioteca+Nacional+de+Panam%C3%A1>

González, R. 2016. Muestreo de suelo. Departamento de suelo y agua. Chiriquí, Panamá. UP-FCA. 6 P. Doc.

Guzmán, O. 2011. El nematodo barrenador (*Radopholus similis* [Cobb] thorne) del banano y plátano (en línea). Manizales, Colombia. Consultado el 18 de Sep. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n33/n33a12.pdf>

Hernández, R. 2009. Efectos in vitro de metabolitos de *Lecanicillium lecanii* (Zim.) Zare & W. Gams sobre las Ootecas y juveniles del segundo estadio del nematodo de las agallas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (en línea). La Habana, Cuba. Consultado el 11 de ago. 2019. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-30092009000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092009000200009)

IDIAP, 2004. Cultivo de plátano en panamá (en línea). Panamá, Panamá. Consultado 20 Sep. 2018. Disponible en <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cultivoplatano4.pdf>.

Lacayo, L. 2016. Los productos biológicos son el futuro de la agricultura (en línea). Panamá, Panamá. Consultado 20 nov. 2018. Disponible en <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/289923-productos-biologicos-son-futuro-agricultura/>

María P., 2013. Citada por. Alvis C., 2017. Control de *Radopholus similis* con aplicaciones de nematocidas formulados con ingredientes activos biológicos y químico en el cultivo de *Musa spp.*, subgrupo *Plantain, aab*; en la provincia de Bocas del Toro. Tesis Lic. Ing. Agr. Panamá, UP.58 P.

Mellado, J. 2003. Diseño completamente al azar en Excel (en línea). DF. México. Consultado el 23 de jul. 2019. Disponible en <http://www.uaaan.mx/~jmelbos/cursos/Exanova.pdf>

MICI (Ministerio de Comercio e Industria), 2018. El plátano (en línea). Panamá, Panamá. Consultado el 22 de oct 2018. Disponible en <http://www.mici.gob.pa/detalle.php?cid=17&id=1418>

Mora, D. 2013. Introducción a la Nematología agrícola. Dirección nacional de sanidad vegetal (DNSV). Panamá, Panamá. MIDA. 56 P. Doc.

Naturalite, 2009. Descripción de CustomBio NC y CustomBio NH (en línea). Florida, USA. Consultado el 4 de jul. 2019. Disponible en <http://www.custombio.com/agriculture/gp-b5-overview.html>.

Palencia, G. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano (en línea). Bucaramanga, Colombia. Consultado el 23 de oct 2018. Disponible en <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Cultivodelplntano.pdf>



Pinochet, S. 1996. El nematodo barrenador del banano ***Radopholus similis cobb*** (en línea). Montpellier, Francia. Consultado el 18 de Sep. 2019. Disponible en [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/The\\_burrowing\\_nematode\\_of\\_bananas\\_Radopholus\\_similis\\_129\\_ES.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/The_burrowing_nematode_of_bananas_Radopholus_similis_129_ES.pdf)

Ramos, J. 2006. Control Biológico de Plagas en Banano (en línea). Panamá, Panamá. Consultado 20 nov. 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/control-biologico-de-plagas-en-banano-t26745.htm>

Riambau, E. 1973. Los plátanos. Ed. inglesa por N.W. Simmonds. 1ed. Barcelona, España. Editorial Blume. 539 P.

Rodríguez, A. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud (en línea). Habana, Cuba. Consultado el 20 nov. 2018. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010)

Rodríguez, M. 2002. Guía técnica del cultivo de plátano (en línea). La Libertad, El Salvador. Consultado el 23 Sep. 2018. Disponible en <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Platano.pdf>

Rubio, D. 2004. Evaluación de la acción de los hongos ***Paecilomyces lilacinus***, ***Trichoderma*** (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado el 3 jul. 2019. Disponible en <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/764/1/Trabajo%20de%20Grado%20Tesis%20Escrito.pdf>

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), 2016. Vydate L (en línea). Santiago, Chile. Consultado el 3 de jul. 2019. Disponible en [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/vydate\\_l\\_resol\\_nde\\_2476\\_12-05-2016.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/vydate_l_resol_nde_2476_12-05-2016.pdf)

Sattler R. y Marcelino, L. 1984. Diagnóstico de la producción de plátano en Barú. Provincia de Chiriquí. Boletín técnico n°5. Chiriquí, Panamá. IDIAP. 20 P.

Sekora, N. 2012. Nematodo excavador (en línea). Florida, USA. Consultado el 18 Sep. 2019. Disponible en [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/NEMATODE/Radopholus\\_similis.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/NEMATODE/Radopholus_similis.htm)

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), 2014. ***Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin*** Cepa CCB-LE265 (en línea). Lima, Perú. Consultado el 3 de jul. 2019. Disponible en [http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/249/1/2014\\_Gomez\\_Ficha-tecnica-1-B.bassiana.pdf](http://repositorio.senasa.gob.pe/bitstream/SENASA/249/1/2014_Gomez_Ficha-tecnica-1-B.bassiana.pdf)

Simmonds, NW. 1973. Los plátanos. Ed. Inglesa por Esteban Riambau. 1ed. Barcelona, España. Editorial Blume. 539 P.

Solís, A. 2009. Nemátodos asociados a los cultivos de Costa Rica. Laboratorio central de diagnóstico de plagas. San José, Costa Rica. MAG. 57 P. Doc.

Soto, N. 2012. Eficacia de la cepa nativa de ***Bacillus subtilis*** como agente supresor del nematodo del nudo ***Meloidogyne spp.***, en cultivo de ***Capsicum annum*** (ají pimiento piquillo) (en línea). La libertad, Perú. Consultado el 11 de ago. 2019. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4227009.pdf>

Terralia, 2018. ***Metarhizium anisopliae*** (en línea). DF., México. Consultado el 3 de jul. 2019. Disponible en [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=14097](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=14097)

Universidad de Alicante, 2015. Nemátodos (en línea). San Vicente del Raspeig, España. Consultado el 17 de oct. 2018. Disponible en <http://dcmba.ua.es/es/areas/botanica/nemátodos.html>.

Vargas, H. 2008. Identificación, Cuantificación, Caracterización y Dinámica poblacional de nemátodos en el cultivo de arroz (***Oryza sativa L.***) el Cantón de Upala, región Huetar norte de Costa Rica. Tesis Lic. Agr. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, sede regional San Carlos. 86 P.

Villarreal, Y. 2011. Alternativas biológicas para el control de nemátodos fitoparásitos en cultivo del plátano (en línea). Palmira, Colombia. Consultado el 20 de nov. 2018. Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/5338/1/7008501.2011.pdf>

Zeballos, E. 2017. Plátano, una de las frutas que más se produce y se consume en el país (en línea). Panamá, Panamá. Consultado el 22 de oct 2018. Disponible en <http://elsiglo.com.pa/economia/platano-frutas-produce-consume-pais/23999245>

## 5. ANEXOS

**FIGURA 14.** PRODUCTOS NEMATICIDAS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 15.** CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE MOCHILA.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019)

**FIGURA 16.** PROFUNDIDAD DE MUESTREO.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 17.** EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA DE RAÍCES PARA EL PORCENTAJE DE SEVERIDAD.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 18. TRATAMIENTO UNO (1) MICO-PLAG WP.**



Mico plag



Testigo

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 19.** TRATAMIENTO DOS(2) VYDATE 24 SL.



Vydate SL



Testigo

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 20. TRATAMIENTO TRES (3) CUSTOMBIO NC (H+B).**



CustomBio NC (H+B)



Testigo

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 21. TRATAMIENTO CUATRO (4) NANO-STEEL 10% SL.**



Nano-Steel



Testigo

**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).



**FIGURA 22. TRATAMIENTO CINCO (5) *B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii* *Ponchonia chlamydosporia*.**



***B. subtilis*, *P. fluorescens* + *Lecanicillium lecanii* *Ponchonia chlamydosporia*.**



Testigo

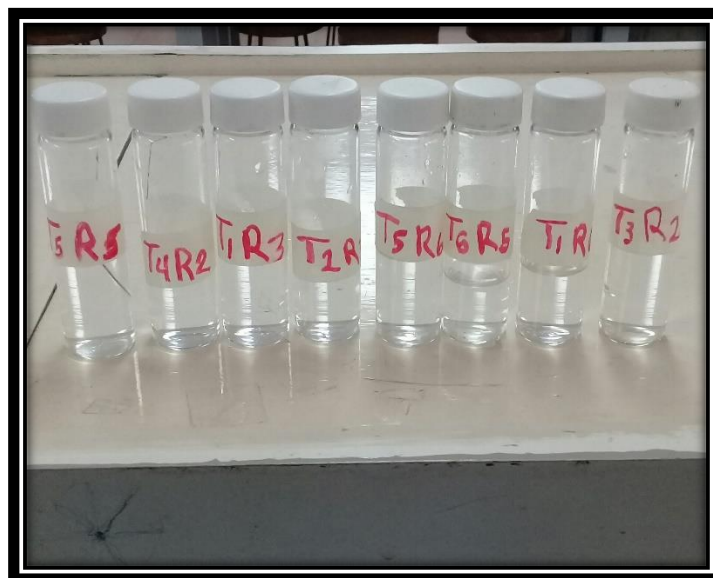
**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 23.** RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE SUELO.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019).

**FIGURA 24.** CONSERVACIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO.



**Fuente.** Alonzo, Y. (2019)