

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

CONTROL DE *Radopholus similis* CON APLICACIONES DE NEMATICIDAS FORMULADOS CON INGREDIENTES ACTIVOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO EN EL CULTIVO DE *Musa* spp., Subgrupo Plantain, AAB; EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO.

ALVIS DANIEL CEDEÑO ANDERSON

1-732-302

CHIRIQUÍ

REPUBLICA DE PANAMÁ

2017

**CONTROL DE *Radopholus similis* CON APLICACIONES DE NEMATICIDAS
FORMULADOS CON INGREDIENTES ACTIVOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO
EN EL CULTIVO DE *Musa* spp., Subgrupo Plantain, AAB; EN LA
PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO**

**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, REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.**

APROBADO:

Ing. Zyddi S. Vissuetti S. MSc.

DIRECTOR

Ing. David I. Ramos PhD.

ASESOR

Ing. José Binns PhD.

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia escrita de mi agradecimiento a Dios por darme la fortaleza para poder culminar mis estudios. A Petronila Anderson y Dorotea Carranza quienes han sido las personas que me han brindado su apoyo para terminar mi carrera universitaria.

Al Ing. Zyddi S. Vissueti S. por su excelente asesoría para poder culminar mi trabajo de grado con éxito.

También al Ing. Carl Williams por la asesoría brindada en este trabajo de investigación.

A mis asesores el Dr. José Binns y el Dr. David Ramos por ser parte del comité de investigación y la ayuda brindadas con sus conocimientos.

Y al Señor Jowie Moisés Santiago (Sr. Chombo), quien me permitió realizar esta investigación en su finca productora de plátano y por la ayuda desinteresada.

Ing. Gerardo Sandoya por facilitarme de forma gratuita los productos biológicos (CustomBio NC (B) Y CustomBio NC (H)).

Gracias por su apoyo

Alvis D. Cedeño H.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con todo mi cariño: A mí mamá Petronila Anderson y mi abuela Dorotea Carranza por todos los sacrificios que realizaron con mucho amor para que alcanzara mí objetivo de terminar mi carrera profesional como INGENIERO AGRÓNOMO EN CULTIVOS TROPICALES.

Se Les Agradece de corazón

Alvis D. Cedeño A.

CONTROL DE *Radopholus similis* CON APLICACIONES DE NEMATICIDAS FORMULADOS CON INGREDIENTES ACTIVOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO EN EL CULTIVO DE *Musa* spp., Subgrupo Plantain, AAB; EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO.

Alvis D. Cedeño. 2017. CONTROL DE *Radopholus similis* CON APLICACIONES DE NEMATICIDAS FORMULADOS CON INGREDIENTES ACTIVOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO EN EL CULTIVO DE *Musa* spp., Subgrupo Plantain, AAB; EN LA PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO. Tesis Ing. Agrónomo en cultivos tropicales. Chiriquí. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RESUMEN

La investigación se realizó en la provincia de Bocas Del Toro, en la comunidad de finca #1. En la finca del productor colaborador Jowie Moises Santiago, las coordenadas UTM (X): 335296.19219962193 y (Y): 1039427.7339398643, las temperaturas oscilan entre los 24^oc y 31^oc, a una altura de 22 msnm. Cuenta con Ph en el suelo de 5.9, es un suelo de textura franco arenoso, donde registra precipitaciones de 2945 mm por año. Este trabajo de investigación inicio el 4 de diciembre del 2016 y termino el 10 de marzo del 2017.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al lazar (DBCA) para evaluar 5 tratamientos con 5 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: 10G RUGBY. T2: CustomBio N (B) + CustomBio N (H). T3: *Paecilomyces lilacinus*. T4: 40 EC NEMACUR. Y T5: Testigo.

Se tomaron dos datos, una a los 0 días de la aplicación y la otra a los 60 días de haber aplicado los tratamientos. Estas muestra fueron procesadas por el

método y centrifugación en azúcar para extraer los nematodos y contar la cantidad de *R. similis*. Encontrados en las muestras ya procesadas.

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 indico desde el punto de vista estadístico que entre los tratamientos si existe diferencia significativa y como resultado el tratamiento que mostro mejor control fue: 10G RUGBY

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la eficiencia de nematicidas químicos (NEMACUR 40 EC, RUGBY 10 G.) versus nematicidas Biológico (CustomBio NC B+ NC H y *Paecilomyces lilacinus*) para el control de la población de *R.similis*.

PALABRAS CLAVES: *Radopholus similis*. Plátano (*Musa spp*) control biológicos, control químico, método de centrifugación y flotación en azúcar.

ABSTRACT

The research was conducted in the province of Bocas Del Toro, in farm # 1 community. On the farmer's farm. Jowie Moises Santiago at The UTM coordinates (X): 335296.19219962193 y (Y): 1039427.7339398643, the temperatures oscillate between 24°C and 31°C, at a height of 22 meters above sea level. It has Ph on the ground of 5.9, is a soil of loamy sandy texture, Precipitation of 2945 mm per year. This research work begins on December 4, 2016 and ends on March 10, 2017.

A fully looped block design (DBCA) was used to evaluate 5 treatments with 5 replicates. The treatments were: T1: 10G RUGBY. T2: CustomBio N (B) + CustomBio N (H). T3: *Paecilomyces lilacinus*. T4: 40 EC NEMACUR And T5: no treatment.

Two data were taken, one at 0 days of application and the other at 60 days after the treatments were applied. These samples were processed by the method and centrifuged in sugar to extract the nematodes and count the amount of *R. similis*. Found in samples already processed.

After obtaining the data, they performed an analysis of variance (ANDEVA) with the SAS statistical system. USA 2008. The Tukey's test of means indicated from the statistical point of view that among the treatments if there is a significant difference and as a result the treatment that showed the best control was: 10G RUGBY.

The main objective of this research was to evaluate the efficiency of synthetic nematicides (NEMACUR 40 EC, RUGBY 10 G.) Versus Biological nematicides

(CustomBio NC (B) + NC (H) y *Paecilomyces lilacinus*) for the control of the population of *R.similis*.

KEYWORDS: *Radopholus similis*. Banana (*Musa spp*), biologic control, Chemical control, Method of centrifugation and flotation in sugar.

INDICE DE CONTENIDO

		Pag.
	AGRADECIMIENTO.....	iii
	DEDICATORIA	iv
	RESUMEN.....	v
	ABSTRACT.....	vi
	INDICE DE CONTENIDO.....	vii
	INDICE DE CUADROS.....	x
	INDICE DE FIGURAS.....	xi
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Antecedentes	3
1.3.	Justificación	5
1.4.	Objetivos	8
1.4.1.	Objetivo general	8
1.4.2.	Objetivo Especifico	8
1.5.	Hipótesis	8
1.6.	Alcances y limitaciones	8
2.	Revisión de literatura	9
2.1.	<i>Radopholus similis</i> (Cobb).....	9
2.1.1.	Clasificación taxonómica de <i>Radopholus similis</i>	9
2.1.2.	Distribución	10
2.1.3.	Ciclo de vida	10
2.1.4.	Control biológico.....	11
2.1.5.	Control químico	12
3.	Materiales y método	14
3.1.	Ubicación del área en estudio	14
3.2.	Materiales.....	15
3.2.1.	Materiales en campo.....	15
3.2.1.1.	Diseños de bloques completamente al azar (DBCA).....	16
3.2.1.1.1.	Modelo matemático del diseño.....	16
3.2.1.2.	CustomBio NC (B) + CustomBio NC (H).....	18

3.2.1.2.1	CustomBio NC (H).....	18
3.2.1.2.2	CustomBio NC (B).....	19
3.2.1.3.	RUGBY 10G.....	19
3.2.1.4.	NEMACUR 40 EC.....	20
3.2.1.5.	PAECZELL (<i>Paecilomyces lilacinus</i>).....	20
3.2.2.	Materiales en laboratorio	21
3.2.2.1.	Sistema de análisis estadístico (SAS).....	21
3.3.	Descripción del área de estudio.....	23
3.3.1.	Sorteo de los tratamientos	24
3.3.2.	Aplicación de los productos	24
3.3.3.	Dosificaciones de los tratamientos	25
3.3.4.	Recolección de las muestras	27
3.3.5.	Procesamiento de muestras en el laboratorio de Nematología ..	28
3.4.	Variable respuesta	31
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
V	CONCLUSIONES.....	36
VI	RECOMENDACIONES.....	37
4.	BIBLIOGRAFÍA	39
5.	ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
I	CLASIFICACION TAXONÓMICA DE <i>R. similis</i>	9
II	PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS.....	17
III	ANÁLISIS DE VARIANZA – Población inicial de <i>R. similis</i>	32
IV	ANÁLISIS DE VARIANZA – Población final de <i>R. similis</i>	33
V	AGRUPAMIENTO DE TUKEY – Población final de <i>R. similis</i>	34

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pag.
1.	Coordenadas del área en estudio	14
2.	Imagen donde se realizó el experimento	15
3.	Densidad de siembra	23
4.	Croquis de la distribución de los bloques y sus tratamientos (DBCA).....	24
5.	Forma de la aspersion en drench	25
6.	Preparación de los tratamientos utilizados en el experimento.....	27
7.	Muestreo de las raíces para análisis Nematológicos	28
8.	Corte de las raíces muestreadas	28
9.	Pesado de las raíces	28
10.	Licuada de las muestras de raíces	30
11.	Proceso de centrifugación	30
12.	Retención de los nematodos en el tamiz.....	31
13.	Características morfológicas, A. macho y B. hembra de <i>R. similis</i> . (tomada de Thome, 1961).....	44
14.	Planta de banano (<i>Musa sp.</i>) donde se observa lesiones propiciadas por <i>R. similis</i>	44
15.	Análisis de suelo realizado en el área de estudio	45

1. INTRODUCCIÓN

Jones, citado por Roy Donald en el 2005 asegura que el cultivo del banano y el plátano constituye una de las principales fuentes de ingreso en la economía de más de 120 países en los trópicos. Además, el banano y plátano representa el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz, siendo considerado un producto de consumo básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos para numerosos países en desarrollo.

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. Nuestro consumo per cápita es de 35 kg, el segundo en América Latina, después de Colombia (UPEB, 1993).

En el distrito de Changuinola es donde hay mayor actividad platanera de la provincia de Bocas del Toro, principalmente en las comunidades de: Las Delicias, La Mesa, Finca 41, Finca 51, Finca 2, Finca 4, El Silencio, Barranco, Las Tablas, Loma del Tigre, Santa Rosa, Surzube, Baisori, Sibube y Balaspit . Sin embargo, en la provincia existen zonas de menor importancia, pero con un gran potencial para su desarrollo, como es el caso de la región conocida como La Mesa y el corregimiento de Chiriquí Grande (IDIAP 2004).

En Panamá, los nematodos de mayor importancia económica en el cultivo del plátano son *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus*. La especie *R. similis*, 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 económica. (IDIAP 2004).

Quindío citado por Yamileth Chagueza en el 2011. Menciona que el plátano es una de las frutas tropicales más importante a nivel mundial, porque es alimento básico para millones de personas de escasos recursos. La FAO, citado por Yamileth Chagueza (2011), asegura que el problema sanitario del plátano y del banano es una amenaza a la seguridad alimentaria y es necesario hacer investigaciones básicas y aplicadas y formación de los campesinos para enfrentar el problema. Es necesario, además desarrollar estrategias de prevención y manejo de enfermedades para garantizar la sostenibilidad del cultivo dentro de un esquema de agricultura limpia con participación de los agricultores.

1.1. Planteamiento del problema

Jones, citado por Roy Donald en el 2005 se refiere a los fito nematodos, como uno de los factores más limitantes en la producción de plátano.

En la provincia de Bocas del Toro la producción de plátano está siendo afectada por el ataque de *R. similis*. Debido a los malos usos de los productos químicos, lo cuales trae como consecuencia la aparición de resistencia de estos organismos a los productos químicos mal empleados.

Esto conlleva a una alta población de *R. similis*. Lo que produce un alto daño del sistema radicular de la planta, por efecto del ataque de estos fito

nematodos, juntos o separados, se manifiesta por una fuerte reducción en la cantidad de raíces funcionales.

Jones (1996) se refiere a los fitonematodos, como uno de los factores más limitantes en la producción de plátano.

Según estudios del IDIAP en 2004, El resultado directo del daño causado por estos microorganismos es la reducción significativa en el peso del racimo y la calidad de las frutas. La reducción en el rendimiento causado por los nematodos puede alcanzar entre un 15 y 25 %. El daño puede aumentar hasta alcanzar el 40% o más, por volcamiento de las plantas, debido a la sistemática destrucción del sistema radical, que provee el anclaje. Este ocurre cuando hay lluvias fuertes, especialmente en plantas con un racimo en desarrollo. En estos casos, el apuntalamiento de los pseudotallos es una práctica beneficiosa, sin embargo, los costos se incrementan. También Es importante señalar que el ataque de los Fito nematodos permite la entrada a las raíces de otros microorganismos patógenos del suelo. Al mismo tiempo, predispone a la planta al ataque de patógenos foliares como *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la Sigatoka negra, y otros. (IDIAP 2004).

1.2. Antecedentes

Se estima que en Panamá existe un total de 2 441 productores que dependen de la actividad platanera para su subsistencia. Estos se encuentran cultivando un área total de 9, 988 hectáreas de plátano y aunque la actividad de este cultivo se encuentra generalmente en todo el territorio, se realiza con mayor énfasis comercial en tres provincias; dos en zonas del pacífico Chiriquí con

3500 hectáreas y Darién con 2500 hectáreas y en la zona del Atlántico está Bocas del Toro con 960 hectáreas (IDIAP 2004).

Mientras se investigaba una enfermedad de las plantas de plátano, en Fiji, en 1890 – 1891, Cobb encontró en el suelo, alrededor de las raíces de las plantas afectadas, los machos de un nuevo nematodo, que denominó *Tylenchus similis*. No se observaron hembras. Jesse 1970 sustenta que en 1907 Cobb encontró tantas hembras de un nematodo que infestaba las raíces de la caña de azúcar en la isla de Hawái. Algunos años después estos mismos investigadores recibieron de Jamaica las raíces enfermas de plantas de plátano que, asimismo, se encontraban infestadas por un nematodo. Mientras estudiaba esta situación, Cobb llegó a la conclusión de que los nematodos que se observaron primero en Fiji, posteriormente en la isla de Hawái y finalmente en Jamaica eran de la misma especie. Jesse 1970 sustenta que en 1898 Zimmerman describió los ejemplares de ambos sexos de este nematodo, al que denominaron *Tylenchus acutocaudatus*, encontrados en las raíces de los cafetos enfermos. Bally y Reydon realizaron observaciones posteriores en relación con su efecto sobre el cafeto. (Jesse R. 1970)

En 1949, Thorne agrupó el género *Radopholus*, incluyéndose posteriormente 5 especies que se supuso que pertenece al mismo, a saber: *R. similis*, *R. oryzae*, *R. gigas*, *R. behningi* y *R. zostericola*. En tiempos recientes, Hirschmann demostró con pruebas, que el nematodo que descubrió como *Tylenchus gracilis*, pertenecía al género *Radopholus*, y que los nombres *R. behningi* y *R. gigas* eran sinónimos de *R. gracilis*. En la actualidad solo existen cinco especies: *R. similis* (genotipo), *R. oryzae*, *R. gracilis*, *R. zostericola* y *R. lavabri*. (Jesse R. 1970).

En Panamá, 17 al 19 de noviembre de 1987 se realizó un seminario de nematología donde Jorge Pinochet, menciona que las infestaciones tempranas del nematodo barrenador, *R. similis* y del nematodos de las lesiones, *Pratylenchus coffeae*, los nematodos de mayor importancia económica en la producción de plátano y banano, afectan el buen desarrollo de la planta, causando posteriormente un retardo en entrar en producción, volcamiento de plantas y disminución del tamaño de racimo (Pinochet y Candanedo 1988).

Canizares citado por Roy Donald 2005, realizó estudios sobre suelos supresivos en la zona de Sixaola Costa Rica y encontró reducciones hasta un 94% de la población de *R. similis* en el sistema radical de plátano. Canizares realizo bioensayos y demostró que plantas protegidas con hongos endófitos que habían sido aislado, presentaron reducciones hasta un 86% y 88% en la población final de *R. similis*, siendo los géneros *Trichoderma* y cepas de *Fusarium* los hongos con mayor biocontrol.

David citado por Donald en el 2005 resalta que las pérdidas económicas que oscilan entre 30 a 50 % se han reportadas en Costa Rica y Panamá.

1.3. Justificación

Hernández 2014, el cual asegura que las musáceas son el cuarto cultivo más importante en términos mundiales después del arroz, trigo y maíz en términos de producto interno bruto (PIB), además de ser un producto considerado básico y de exportación, es un alimento que proporciona energía y suministra más de 200 calorías, es rico en vitamina A y C, lípidos, agua, carbohidratos y sales minerales como calcio, fósforo, potasio y otros.

Mackliff cita a la FAO en el 2006, en que las pérdidas por nematodos se estiman en 60,000 millones de dólares anuales, que equivalen al 10% de la producción de alimentos.

Mackliff 2012 cita a Sarah 1993. Indica las pérdidas en la producción causada por *R. similis* fueron estimadas en un 20%, sin embargo pueden llegar hasta un 80%. Y es la especie de mayor importancia a nivel mundial.

Mackliff cita a Moens y Araya (2001). Comentan que en banano la única alternativa viable actualmente para reducir las pérdidas económicas por *R. similis*, es la aplicación de nematicidas no fumigantes.

Condor cita a Araya (2003). Donde asegura que los nematodos Fito parásitos son los responsables del volcamiento de plantas y acortamiento de la vida útil de las plantaciones comerciales, se considera como el principal causante de estos daños al nematodo barrenador *R. similis*, que se encuentran ampliamente distribuidos en Latinoamérica, Asia y África, atacando principalmente las variedades del subgrupo Cavendish.

Condor cita a Pocasangre (2004). Donde Sustenta que la creciente necesidad de buscar otras alternativas que sean menos toxicas y más amigable con el ambiente, ha motivado a los investigadores a realizar experimentos con microorganismos endófitos como hongos y bacterias; los primeros han demostrado reducir hasta un 90% las poblaciones de *R. similis*.

Hasta el momento se han reportado para musáceas 146 especies de nematodos parásitos o asociados, distribuidos en 43 géneros, siendo los Fito nematodos más devastadores y ampliamente distribuidos los géneros *Radopholus spp.* *Pratylenchus app.* (Wardlaw 1961, Araya 1995)

El daño que causa *R. similis* se localiza básicamente en la parte interna de la raíz, motivo por el cual varias de las estrategias de manejo (química, biológica, cultural) pueden no ser efectiva para controlar las poblaciones, esta deficiencia puede causar pérdidas en rendimiento que van desde un 25 a 60% (Araya 2003).

Datos superiores fueron los encontrados en África, especialmente en Costa de Marfil, donde el ataque de *R. similis*, ha causado pérdidas acumulativas de hasta un 75% durante tres ciclos, esto debido a la reducción de peso del racimo, volcamiento y deficiencia de raíces (Sarah et 1996).

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general:

Evaluar la eficiencia de control de *R. similis*, utilizando nematocidas biológicos y químicos.

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Determinar que nematocida es más eficiente en el control de *R. similis*.

1.5. Hipótesis.

- Ho: Los nematocidas biológicos y químico tienen la misma eficiencia en el control de las población del nematodo de *R. similis*.
- Ha: Los nematocidas biológicos y químicos muestran diferencia en el control de las población del nematodo de *R. similis*.

1.6. Alcances y limitaciones.

Por medio de este estudio se contara con un trabajo de investigación elaborado en la provincia de Bocas del Toro en el distrito de Changuinola, la cual es la zona de mayor producción de plátano en esta provincia. Además la utilización de nematocidas biológicos para la evaluación del control de *R. similis*, Esto conlleva a demostrar que los nematocidas biológicos son de igual eficiencia en el control de *R. similis*, que los nematocidas químicos, los cuales son altamente tóxicos.

Una de las limitaciones es que pocas investigaciones sobre *R. similis* en la provincia de Bocas del toro. También para realizar este trabajo de investigación se encontró como limitación que los productos biológicos usados en las evaluaciones no son elaborados en Panamá.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Radopholus similis* (Cobb).

2.1.1. Clasificación taxonómica de *Radopholus similis*

El nematodo barrenador (*R. similis*) es un Fito nematodo endoparásito migratorio, es uno de los patógenos más importantes que ataca la raíz y el rizoma (cormo) en bananos y plátanos en las zonas de producción inter-tropicales. La propagación vegetativa usando rizomas o hijuelos infectados ha diseminado esta plaga alrededor del mundo. A pesar que varias especies de nematodos atacan a los bananos y plátanos, se considera que (*R. similis*) es el problema principal en plantaciones comerciales, especialmente de las variedades tipo Cavendish, orientadas hacia los mercados de exportación. Este nematodo es también común en plátanos y en bananos de cocción cultivados en las zonas bajas de África central y oriental. (J.L. zarah. Diciembre 1996).

CUADRO # I: CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DE *R. similis*

Reino	Animalia
Phylum	Nematodo
Clase	Secernentea
Subclase	Diplogasteria
Orden	Tylenchida
Súper familia	Tylencoidea
Subfamilia	Radopholinae
Genero	<i>Radopholus</i>
Especie	<i>Similis</i>

(Agrios 1999)

2.1.2. Distribución.

Después del primer registro, *R. similis*, Ha sido encontrado en las regiones tropicales y subtropicales donde crece banano, excepto en Israel, Islas canarias, Isla Cabo Verde, Chipre, Creta, Mauricio y Taiwán (gowen et al., 2005). A pesar de que *Radopholus* es un género originario de Australia y nueva Zelanda, la especie *similis* se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del mundo (Thome, 1961; Roman, 1978; Araya, 2003).

2.1.3. Ciclo de vida.

Como la mayoría de nematodos, los estados de desarrollo de (*R. similis*) son vermiformes o con forma de lombriz y tienen cuatro estado juveniles (J1, J2, J3 y J4) y el adulto. El estado J1 se desarrolla dentro del huevo, luego muda la cutícula y luego de 8 a 10 días emerge el J2. Los estados J2, J3, y J4 también mudan la cutícula hasta llegar al estado adulto entre 10 y 13 días. El estado J2 y la hembra adulta son infectivos, ambos tienen formas móviles que pueden abandonar las raíces en condiciones adversas, llegando al suelo para parasitar nuevamente raíces sanas. El movimiento de los juveniles y las hembras es estimulado por factores nutricionales, ya que necesitan tejido sano para alimentarse. Después de iniciar su alimentación, (*R. similis*) completa su ciclo de vida entre 20 y 25 días en los tejidos de las raíces y cormos (Oscar Adrián 2011)

2.1.4. Control biológico.

La conciencia por el uso de las prácticas de agriculturas sustentables, ha ocasionado un aumento en la reflexión de la sociedad lanzando un reto a los investigadores a buscar una solución a este problema, (Rozimar 2006). El control biológico es una alternativa de manejo de población de nematodos a través de mecanismo tales como parasitismo, depredación, competencia y antibiosis. Estos tipos de antagonismo son definidos por ROY DONALD. 2005 de la siguiente forma: (a) antibiosis como la inhibición o destrucción de un organismo por un producto metabólico de otro; (b) competencia como el esfuerzo de dos o más organismo a obtener los nutrientes necesario para desarrollarse; y (c) parasitismo o depredación, donde un organismo se alimenta o vive a expensas de otro. En el suelo pueden encontrarse muchos organismos antagonistas a nematodos, de los que se menciona hongos, bacterias, nematodos depredadores, protozoarios, parásitos, viroides y virus ROY DONALD. 2005 los productos a base de *Paecilomyces lilacinus* y micorrizas, mostraron ser efectivos en reducir el número de nódulos ocasionados por el nematodo nodulador, *Meloidogyne* sp. (Rozimar 2006).

El uso de hongos endófitos para el control biológico de nematodos en panamá ha sido una tecnología validada por el instituto de investigación agropecuaria y ha sido transferida a los productores. Los efectos de biocontrol de los hongos endófitos *Trichoderma atroviride*, encontrándose que los microorganismos endófitos tienen un biocontrol de nematodos estadísticamente similar que dos aplicaciones de nematicidas (IDIAP, Octubre 2009).

2.1.5. Control químico.

Los nematodos pueden ser controlados en gran medida con productos químicos, pero estos a su vez tienen un efecto negativo por ser contaminante del medio ambiente, causar intoxicaciones a los agricultores y además su costo es bastante alto (Román 1983).

Actualmente estas alternativas químicas es la más usada, llegando a aplicar de 2 a 4 veces al año en los campos de las plantaciones comerciales tanto de banano como de plátano (Pocasangre 2004).

La mayor parte de los nematicidas no fumigantes se encuentran formados por moléculas del grupo de los organofosforados y carbamatos, dentro de los cuales se encuentran el Mocap, Nematicur, Furadan, Counter, Vydate, Rugby que son actualmente restringidos. (Moens 2003). Una de las razones por las cuales los productores siguen utilizando los agroquímicos por el efecto inmediato que ven los resultados; este efecto es el aumento en la producción y en el tamaño de aplicaciones químicas de la segunda a la cuarta generación, los resultados que obtuvieron demostrando que mientras mayor es el número de aplicaciones hay un aumento significativo en el peso del racimo, además el número de raíces funcionales y totales infectadas es mínimo. Un factor primordial que restringe esta práctica de aplicaciones constantes es la biodegradación acelerada de los nematicidas, (Moens, 2003).

Nematodos son sorprendentemente resistentes a muchas sustancias químicas y esta resistencia obedece a la impermeabilidad de la cutícula la cubierta protectora del huevo, la cutícula se compone de un complejo de varias proteínas que incluyen colágenos, fibroides, elastoides, queratoides y cuando

en algunos casos, lípidos. El cascaron mismo del huevo es quitinoides y se dice que es relativamente permeable. La membrana vitelina se compone de una cera relacionada químicamente con la de las abejas, siendo la barrera principal para que la substancia química penetre en el huevo (Jesse, R. 1979).

En Panamá por medio de MIDA en la Dirección Nacional De Sanidad Vegetal, se han prohibido algunos nematicidas para el uso en la Agricultura. Por medio del resuelto N° 074-ADN (DEL 18 DE SEPTIEMBRE DE 1997), se prohíbe el uso de, CLOROPICRINA EN CONCENTRACIONES > 2% y DBCP. Con el RESUELTO N° DAL-15-ADM PANAMÁ 12 DE ABRIL DE 2010, se prohíbe el uso de CARBOFURAN (MIDA, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODO.

Para realizar este trabajo de estudio se utilizaron materiales en campo y metodologías para poder realizar un buen trabajo de investigación.

3.1. Ubicación del Área en Estudio.

El trabajo de investigación se realizó en la Provincia de Bocas Del Toro, en el distrito de Changuinola, corregimiento de El Empalme, exactamente en la comunidad de finca 1. Las coordenadas UTM (X): 335296.19219962193 y (Y): 1039427.7339398643, Zona 17 (Stanley H. 1993).



FIGURA # 1: Coordenadas del área de estudio. Imagen tomada a 500 metros de altura. *Fuente: Google Imagery.*

En el área de estudio se realizó un análisis de suelo para saber en qué tipo de suelo se estará realizando la investigación. (El análisis de suelo del Área de estudio se puede observar en anexo, la Imagen número 11). Según el análisis,

este suelo tiene una textura Franco Arenoso, un Ph de 5.9, y con buena disponibilidad de minerales y bajo en materia orgánica.



FIGURA # 2: Imagen donde se realizó el experimento.

Fuente: El autor

3.2. Materiales.

Para la implementación de esta evaluación de los diferentes nematicidas en el control de *R. similis*, se utilizaron diferentes materiales tanto para campo como en el laboratorio.

3.2.1. Materiales en campo

Productos nematicidas, los cuales fueron aplicados en cada unidad experimental para poder evaluar su eficiencia en el control de *R. similis*. También se utilizó un Barreno, para la extracción de los diferentes sub muestras en campo para luego realizar el análisis de suelo. Se requirió bolsas plásticas para el transporte de la muestras al laboratorio. En el área experimental se utilizó un diseño de Bloques Al Azar.

3.2.1.1. Diseño de bloque completamente al azar.

Al utilizar los bloques se forma una unidad experimental más homogénea en el cual comparas los tratamientos. Los factores de bloques entran al estudio en un nivel de importancia secundaria con respecto al factor de interés; más bien, la inclusión de los factores de bloques es un medio y no un fin para lograr una comparación adecuada y eficaz de los tratamientos.

En el diseño en bloques completos al azar (DBCA) se considera tres fuentes de variabilidad: el factor de tratamiento (k), el factor de bloque (b) y el error aleatorio, es decir, se tiene tres posibles “culpables” de la variabilidad que presentan los datos. En cada bloque se prueban todos los tratamientos y la aleatorización se hace dentro de cada bloque (Eduardo H. 2005).

3.2.1.1.1. Modelo matemático del diseño.

Respuesta = efecto medio + efecto bloque + efecto tratamiento + error

El modelo estadístico para un diseño en bloques al azar es:

$$\gamma_{ijK} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ijK}$$

γ_{ijK} = es la variable respuesta, correspondiente al K -ésima observación en el j -ésimo bloque del i -ésimo tratamiento.

μ = es el efecto medio del ensayo.

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento, con $i = 1, \dots, a$.

β_j = es el efecto del j -ésimo bloque, con $j = 1, \dots, b$.

e_{ijK} = es el error aleatorio de la K -ésima observación en el j -ésimo bloque

Del i -ésimo tratamiento. El error se distribuye $e_{ijk} \approx N(0, \sigma^2)$. (Eduardo H. 2005).

Los productos nematocidas utilizados en la evaluación fueron:

CUADRO II: PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO

Producto	Ingrediente activo	Dosis comercial
1 CustomBio NC(H) + CustomBio NC(B)		
NC(H)	<i>Arthrobotrys oligospora</i> <i>Hirsutella rhossiliensis</i> <i>Acremonium butyri</i> <i>Paecilomyces lilacinus</i>	(1 l/ha)
NC(B)	<i>Bacillus chitosporus</i> <i>Bacillus firmus</i>	(1 l/ha)
2 PAECYZELL	Paecilomyces lilacinus	(200cc/400 m²)
3 10G RUGBY	Fosforoditioato de S,S-di-sec-butilo y O-etilo	(25 a 30 g/ PLANTA)
4 40 EC NEMACUR	(RS)-ethyl 4-methylthio-m-tolyl isopropylphosphoramidate	(7000 cc/ ha)

3.2.1.2. CustomBio NC (B) + CustomBio NC (H).

3.2.1.2.1. CustomBio NC (H)

Está compuesto de los siguientes 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 nematodos.

Hirsutella rhossiliensis: Produce conidios que se adhiere a los nematodos. 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 ovidia de nematodos. Este hongo produce una enzima polisacarida-hidrolizada que tiene cualidades de ovidia. . (Naturalite 2009).

Conteo viable 10^{11} UFC, * UFC = Unidades Formadoras de Colonias

3.2.1.2.2. Custom Bio NC (B)

Esta constituido por 2 bacterias:

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

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

Conteo viable 10^{11} UFC, * UFC = Unidades Formadoras de Colonias

3.2.1.3. RUGBY 10G.

Composición:

Cadusafós* 10 % p/p (100 g/kg)

Coformulantes c.s.p..... 100 % p/p (1 kg)

*Fosforoditioato de S,S-di-sec-butilo y O-etilo

Es un nematicida con acción de contacto e ingestión. De largo efecto residual.

Controla nemátodos endo y ectoparásitos

Grupo Químico: Cadusafós pertenece al grupo químico de los organofosfatos.

No aplicar en áreas ocupadas por seres humanos o animales. Se debe evitar su contacto e inhalación.

Durante la preparación: usar botas de goma, guantes impermeables y lavarlos antes de quitárselos; Usar overol impermeable, protector de nariz-boca.

Para el cultivo de Banano y Plátano se recomienda una dosis de 25 a 30 gramos de RUGBY 10G. Para el control de *R. similis*. (Fmcagroquímica, 2010).

3.2.1.4. NEMACUR 40 EC.

NOMBRE COMERCIAL: NEMACUR 40 EC

NOMBRE COMÚN: FENAMIFOS

GRUPO: ORGANOFOSFORADO

CLASE: NEMATICIDA

COMPOSICIÓN QUÍMICA: p/p

(RS)-ethyl 4-methylthio-m-tolyl isopropylphosphoramidate.... 40.00%

Inertes..... 60.00 %

Total..... 100.00%

USO AGRONÓMICO

MODO DE ACCION: es un producto sistémico, que actúa por ingestión.

Puede ser aplicado con aspersora de mochila o de motor.

También puede ser aplicado mediante riego por goteo. (AMVAC, 2009).

3.2.1.5. PAECYZELL (*Paecilomyces lilacinus*).

Es un hongo que controla fitonematodos, principalmente especies del nematodo agallador *Meloidogyne spp.* Este hongo parasita huevos, adultos y quistes de nematodos. También puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces. De modo que puede infectar cualquiera de estos estadios de los nematodos, causándoles la muerte o evitando que el nematodo complete su ciclo de vida, disminuyendo de esta manera las poblaciones en

campo. En ausencia de nematodos el hongo puede sobrevivir como saprofito en el suelo (FUNICA, 2009).

3.2.2. Materiales en laboratorio.

Para procesar las muestras en el laboratorio con el método de centrifugación y flotación en azúcar se utilizó los siguientes materiales:

Una Tablilla de disección, donde se pusieron las raíces para ser cortadas en pedazos con un bisturí, luego con una balanza digital se pesó 10 gramos de raíz para ponerlos en la licuadora, se necesitó tamices de 20-35, 140-200, 400-500 mesh, para la retención de los nematodos, 454 g. de sacarosa y 1000 ml de agua, para elaborar la solución azucarada, fue necesario viales que retengan a los nematodos en agua, y una máquina de centrifugación para suspender los nematodos al fondo de los viales. Una botella lavadora con el cual se removieron los nematodos contenidos en los tamices y de la solución azucarada. Bisturí, se utilizó para cortar las raíces que fueron procesadas. Licuadora, para macerar las raíces y sacar los nematodos presentes en ella. Un microscopio para la identificación de los nematodos *R. similis*; y para el análisis de los resultados se utilizara el programa estadístico SAS.

3.2.2.1. Sistema de análisis estadístico.

El Sistema SAS (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.

El sistema SAS consta de una serie de módulos, cada uno de ellos orientado a una tarea específica. Entre los más importantes tenemos SAS/BASE, módulo imprescindible sin el cual no funcionan los restantes y que permite el manejo de ficheros y datos, la programación básica y los procedimientos más sencillos; SAS/GRAPH, módulo para la realización de gráficos; SAS/STAT, módulo que incluye procedimientos estadísticos complejos; SAS/ETS; módulo que implementa todo tipo de procedimientos de econometría y series temporales; SAS/QC, módulo de control de calidad; SAS/OR, módulo de investigación operativa; SAS/IML, módulo de lenguaje matricial; SAS/AF y SAS/FSP, módulos orientados al desarrollo de aplicaciones; SAS/ACCES, SAS/CONNECT y SAS/SHARE, módulos de acceso, conexión y comunicación con bases de datos externas como DB2, ORACLE, SQL SERVER, etc.; SAS/ASSIST, módulo que permite el aprendizaje guiado del sistema SAS; SAS/GIS, módulo para el trabajo con sistemas geográficos; SAS/MINER, módulo de data mining y otra serie de módulos que van creciendo según el desarrollo de la investigación estadística y del software. Este libro introductorio al lenguaje de programación SAS comienza necesariamente por su módulo básico SAS BASE, que consiste esencialmente en la estructura del lenguaje de programación para manejar los datos, procedimientos sencillos para el análisis de datos, macros para automatizar procesos y programar a medida, y un entorno interactivo de ventanas que posibilita editar los programas, analizarlos, corregirlos, submitirlos y ver su salida, tanto numérica como gráfica. Asimismo, SAS BASE incluye todos los procedimientos de estadística descriptiva así como procedimientos de gráficos, informes y utilidades. (María P. 2013).

3.3. Descripción del área de estudio.

El 29 de noviembre del 2016 se comenzó a dimensionar la parcela ya establecida con plántones de plátano (*Musa spp.*, Subgrupo Plantain, AAB) sembradas el 13 de agosto del 2016

La parcela experimental de plátano contó con cinco tratamientos; cada tratamiento con cinco repeticiones. En total fueron 25 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 10 plantas, dando un total de 250 muestras y un aproximado de 225 plantas para los espaciamientos entre repeticiones.

La parcela experimental tenía un aproximado de 36 metros de ancho y 53 metros de largo dando un total de 1908 metros cuadrados.

Cada unidad experimental cuenta con 36 metros cuadrados. 4 metros De ancho y 9 metros de largo. Cada bloque tenía cinco tratamientos con un espaciamiento de 4 metros entre ellos. Entre bloques tenía una distancia de dos metros de distancia.

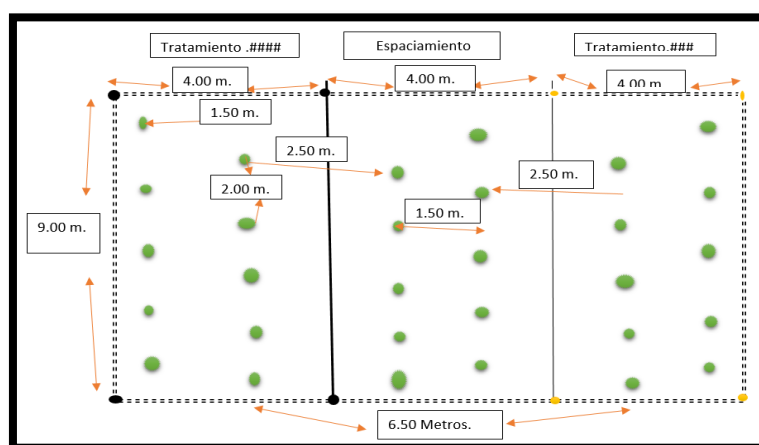


FIGURA # 3: Densidad de siembra.

Fuente: El autor

3.3.1. Sorteo de los tratamientos

Para asignar los tratamientos en los diferentes bloques, se realizó un sorteo para asignarle a cada unidad experimental el tratamiento que le correspondiera

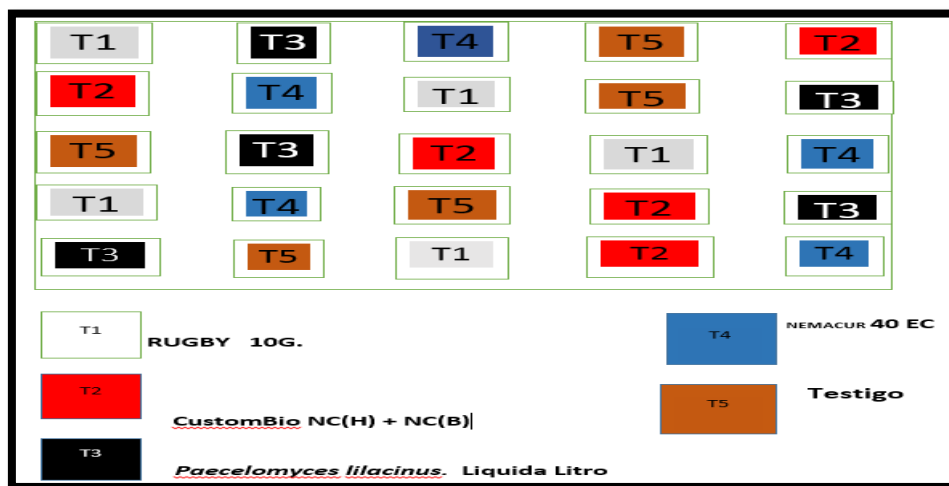


FIGURA # 4: Croquis de la distribución de los bloques Y sus tratamientos (DBCA).

Fuente: El Autor.

3.3.2. Aplicación de los productos

El 4 de diciembre del 2016 se recogieron 2 muestras de cada unidad experimental dando un total de 50 muestras iniciales sin las aplicaciones de tratamientos a evaluar. Ese mismo día Luego de la recolección de muestras se procedió aplicar los cinco tratamientos seleccionados al azar por cada bloque

Para el tratamiento número 1 (T1 RUGBY 10G.) Se utilizó un vaso marcado para obtener 30 gramos de RUGBY 10G. Se Realizó la aplicación alrededor de la planta formando un círculo de 10 cm de distancia.

Para los tratamientos número 2 (T2 CustomBio NC + NH) junto con el tratamiento # 3 (T3 PAECYZELL *Paecilomyces lilacinus*); Se aplicaron con un aspersor de mochila manual, se le desinstaló la boquilla para aplicar el producto directamente a la base de la planta (en drench). El tratamiento número 4 (T4 NEMACUR 40 EC) se aplicó con un aspersor de mochila manual con una boquilla cónica.



FIGURA # 5: Forma de aspersión en drench.

Fuente El Autor

3.3.3. Dosificaciones de los tratamientos.

Para las dosificaciones de los diferentes productos a evaluar se hicieron acorde a las recomendaciones del fabricante.

Para el T1 (RUGBY 10G), Se recomendó 30 gramos de Rugby 10G Por cada planta para el control de *R. similis*, Cada unidad experimental cuenta con 10 plantas de plátano esto da como resultado 300 gramos de RUGBY 10G en Cada repetición del tratamiento número uno (T1).

Sumando las cinco repeticiones de este tratamiento, da un total de 1500 gramos o 1.5 Kg. Que se utilizó de RUGBY 10G. En la parcela experimental.

Para el tratamiento número dos (T2) CustomBio NC (B) + NC (H) La dosis es de 500 cc por hectárea Cada 6 meses. Pero al evaluarlos contra nematicidas químico se dosifica a 1000 cc por ha. Para el CustomBio NC (B) Y el CustomBio NC (H) se realizó el mismo cálculo. Si 1000cc. De CustomBio se aplica en una hectárea de plátano (10000 m²) entonces cuanto se le aplicaría a una unidad experimental de 36 m². Dando un resultado de 3.6 cc de customBio NC (H) más 3.6 cc CustomBio NC (B) en un área de 36 m².

Para el tratamiento número tres (T3) PAECYZELL (*Paecilomyces lilacinus*). La recomendación es de 200 cc de PAECZELL en un área de 400 m², es decir que para un área de 36 m² se necesitaba 18 cc de PAECYZELL.

El tratamiento número cuatro (T4) NEMACUR 40 EC para el control de *R. similis*, se recomienda 7000 cc de NEMACUR 40 EC por 10000 m² de plátano, si el área es de 36 m² entonces le correspondería una dosis de 25.2 cc de NEMACUR 40 EC.

El tratamiento número cinco (T5) Testigo. Consistió en no aplicar ningún tipo de nematicidas durante el periodo de la investigación. Este tratamiento nos indica cómo se comportó la población de *R. similis* al no ser sometido por la variable nematicidas, el cual fue utilizado en los demás tratamientos.



FIGURA # 6: Preparación de tratamiento utilizado en el experimento.

Fuente: El Autor.

3.3.4. Recolección de las muestras.

Antes de la aplicación de los tratamientos se recolectaron 2 muestras de raíces de plátanos en cada unidad experimental. Dando un total de 50 muestras bien rotuladas con el número de bloque, numero de tratamiento y número de la muestra, luego de esto se procedió a aplicar los tratamientos en cada unidad experimental.

Pasado 60 Días de haber aplicado los diferentes tratamientos se volvió a recolectar 2 muestras de raíces por cada unidad experimental dentro de la parcela.

La metodología de recolección fue el de ubicar la zona radical de la planta y con un machete retirar la tierra dentro de una rango de 2 a 15 cm. de profundidad. Las raíces encontradas se recolectaron dentro de una bolsa plástica y se rotulo para luego ser identificada correctamente en el laboratorio.



FIGURA # 7: Muestreo de las raíces para análisis Nematológico.

Fuente: El Autor

3.3.5. Procesamiento de muestras en el laboratorio de Nematología

Para procesar las muestras de raíz obtenida de la parcela experimental se utilizó el método de tamizado y centrifugación en azúcar.

Se lavaron bien las muestras para eliminar la tierra de las raíces, luego se colocaron las raíces en una tablilla de disección para cortar las raíces de plátano en pedazos más pequeños, se pesó con una balanza digital 10 gramos de raíces.



Figura # 8: corte de las raíces muestreadas.

Fuente: El Autor.

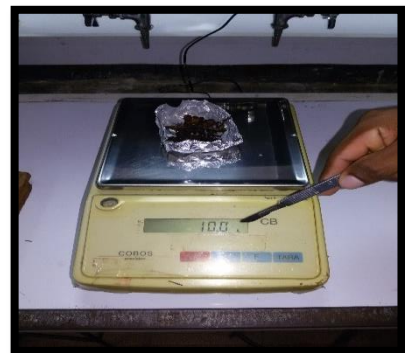


Figura # 9: pesado de las raíces.

Fuente: El Autor.

Ya cortadas las raíces se echaron dentro de la licuadora con un aproximado de 250 ml de agua para licuarlos durante 10 segundos, Para que los nematodos pudieran salir de la raíz y a la vez que no sufra daño alguno por el licuado excesivo, luego de haber pasado los 10 segundos de licuado se vertió la mezcla en los diferentes tamices, estos fueron puestos uno encima del otro, el primero es 20-35 mesh, el segundo 140-200 mesh estos primeros retuvieron los restos vegetales para descartarlos. Los nematodos fueron retenidos en el último tamiz de 400 mesh. De inmediato se procedió con una botella lavadora para recolectar los nematodos retenidos en el tamiz para que estos fueran recolectados en un vial.

Ya listo el vial se llevó a la máquina de centrifugación donde se puso dentro de la centrifugadora durante cinco minutos a 3000 revoluciones por minuto, esto provoco que los residuos junto con los nematodos se precipiten al fondo del vial. Ya Terminado de centrifugarse el vial se sacó de la máquina de centrifugación y se le introdujo un sifón el cual succiono el agua superior del vial dejando los residuos junto con los nematodos en el fondo del vial, luego con un policia se revolvió lo que quedo posteriormente se le vertió solución azucarada y se introdujo nuevamente a la máquina de centrifugación, donde se le puso dos minutos de centrifugado a 3000 revoluciones por minuto.



Figura # 10: licuado de las muestra de raíces.

Fuente: El Autor.



Figura # 11: proceso de centrifugación.

Fuente: El Autor.

Luego que Paso la muestra los dos minutos en la centrifugadora se sacó y se vertió en un tamiz de 500 mesh, Este paso fue realizado lo más rápido posible, para que los nematodos no se plasmóisen por la concentración del azúcar y con una botella lavadora se extrajeron los nematodos retenidos en el tamiz para verterlos en un vial rotulado con el número de bloque, tratamiento y muestra.

Para el conteo de la población de *R. similis*, se utilizó una probeta para calcular la alícuota dentro del vial, de eso con un gotero se extrajo de la alícuota una porción para llenar la placa contadora. Ya lleno la placa se procedió con un microscopio a contar los nematodos de *R. similis* presentes en el área de conteo de la placa contadora.



Figura # 12: retención de los nematodos en el tamiz.

3.4. Variable respuesta.

1. Población de *R. similis*.

- Control de la patogenicidad de *R. similis* después de la aplicación de los nematocidas biológicos y químicos transcurrido un periodo de 60 días.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUADRO III: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACION INICIAL DE *R. similis*

FV	GL	SC	F	Pr > F
Modelo	8	1538.83754513	1.15	0.3526
Tratamiento	4	21.40641117	0.03	0.9980 ^{ns}
Bloque	4	1517.43113396	2.27	0.0785 ^{ns}
Error	41	6864.02014205	-----	-----
Total	49	8402.85768718	-----	-----

CV= 44%

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 *R. similis*

Se puede observar que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Quiere decir que la población de *R. similis* es homogénea en toda la parcela experimental.

También indica que no hay diferencia entre bloque. ($P > 0.05$).

CUADRO IV: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA POBLACION FINAL

FV	GL	SC	F	Pr > F
Tratamiento	4	12560.3454261	11.22	0.0001 **
Bloque	4	721.7689415	0.64	0.6339 ^{ns}
Error	41	11478.4128394	-----	-----
Total	49	24760.5272070	-----	-----

corregido

CV= 62 %

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 *R. similis* se puede interpretar que no hay ninguna diferencia significativas entre bloque ($P > 0.05$).

En cuanto a los tratamientos hay diferencia altamente significativas entre ellos ($P < 0.01$).

CUADRO V: Agrupamiento de Tukey para comparación de medias de la población final de *R. similis*.

Agrupamiento De Tukey	medias	Numero de muestras	tratamientos
a	57.101	10	5
b	27.066	10	3
b	19.348	10	2
b	15.947	10	4
b	13.971	10	1

Primer grupo: (a) Indica que el tratamiento T5 se diferencia significativamente de los tratamientos T1, T2, T3 y T4. Esto se debe a que el testigo (T5) no fue sometido a la variable nematicida durante todo el periodo de investigación pero si los tratamientos (T1, T2, T3 Y T4). Este tratamiento testigo (T5) nos permite buscar diferencias entre tratamientos.

Segundo grupo: (b) Indica que los tratamientos T1, T2, T3, y T4 no representan diferencia significativa entre ellos, pero si presentan diferencia altamente significativas con el grupo a.

La razón por lo cual los nematicidas biológicos no se diferenciaron significativamente de los sintéticos en el control de la población de *Radopholus similis* es que los productos biológicos contienen hongos y bacterias que son específicos para el control de los fito nematodos infectando todo los estadios de su ciclo de vida. Los nematicidas biológicos son elaborados en altas

concentraciones de unidades formadoras de colonias, estas características los hacen altamente eficiente para el control de *R similis*.

V. CONCLUSIONES

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

De acuerdo a la prueba de Tukey no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de nematocidas químicos y los biológicos ya que su acción es similar en el control de las poblaciones de *Radopholus similis*.

El tratamiento número cinco sin aplicaciones (testigo) fue el que presento diferencia altamente significativa a los otros tratamientos

VI. RECOMENDACIONES

Los productos biológicos y químicos que se utilizan en nuestro país para el control de la población de nematodos fitoparásitos tienen diferencias significativas que mencionaremos a continuación:

1. Los productos biológicos son de fácil degradación por el medio ambiente; en cambio, los químicos no lo son. Los nematicidas biológicos son de poca o nula toxicidad a diferencia de los químicos que son de alta toxicidad. Los nematicidas biológicos no causan contaminación al medio ambiente, tampoco provocan daños a los animales ni a los seres humanos; al contrario, los productos químicos si producen daños al medio ambiente, animales y en especial a los seres humanos. Los productos biológicos son amigables con el medio ambiente a diferencia de los productos químicos los cuales son perjudiciales para el medio ambiente.
2. En cuanto al valor económico, el producto denominado CustomBio en tiene un valor de B/. 26.50 por litro en el mercado; y se recomienda la mezcla de un litro de CustomBio NC (H) + un litro de CustomBio NC (B) por hectárea dando un total de B/. 53.00 por hectárea. En el caso de RUGBY 10G, éste tiene un valor de B/. 67.00 cada 15 kilogramos. El NEMACUR 40 EC tiene un valor de B/. 31.50 por litro y se recomienda 1 litro y medio por hectárea; el mínimo de los envases de NEMACUR 40 EC es de un litro, por ello se necesita comprar dos litros, que da un total de 63.00 dólares por hectárea. Por último, el producto que contiene

Paecilomyces lilacinus, con un valor de B/. 21.35 por litro, se recomienda cinco litros por hectárea, dando un total de B/. 106.75 por hectárea

En base a lo antes escrito, se recomienda la mezcla de CustomBio NC (H) + NC (B) que es amigable con el ambiente, humanos y animales; además, porque su valor económico comparado es menor a los nematicidas que se utilizaron en esta investigación; y también actúa sobre otros microorganismos del suelo.

4. BIBLIOGRAFÍA.

AMVAC. 2009. NEMACUR 40 EC. Nematicida – organofosforado. (en línea). Ficha técnica. Pp. 1-3. Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en:<http://www.agroproca.com/productos/documentacion/fichas/Nemacur%2040%20EC.pdf>.

Bayer CropScience. 2010. MATERIAL SAFETY DATE SHEET (NEMACUR 400 Nematicide Liquid. (en línea). Ficha Técnica. Pp. 1-7. Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en: WWW.bayercropscience.com.au.

Catie. 1987. SEMINARIO DE NEMATOLOGIA, MEMORIA DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS EN EL SEMINARIO DE MANEJO INTEGRADO DE NEMATODOS EN HORTALIZAS Y FRUTALES. Eds. J. Pinochet. E. Candanedo. Panamá, PAN. CENTRO AGRONIMICO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA CATIE. 95 P.

DuPont. 2016. DuPont Vydate NEMATICIDA-INSECTICIDA Para las plagas del tomate y otros cultivos hortícolas. (en línea). Consultado el: 31 de mayo del 2016. Disponible en: www.dupont.es/productos-y-servicios/proteccion-de-cultivos/cultivo-de-horticola-de-fruto/productos/vydate-10-l-plagas-del-tomate.html.

Eduardo H. 2005. Diseño experimental a través del Análisis de Varianza y Modelo de regresión Lineal. Una guía práctica para entender la ciencia de la estadística. Ed. Alberto Díaz M. Chile. Consultas Carolina. 248 p.

Funica. 2009. Uso y manejo de *Paecilomyces lilacinus* para el control de nematodos. (en línea). 1-13, consultado: 4 de junio del 2016. Disponible en:

WWW.google.com/url?sa=t&spurge=web&cd=2&ved=0ahUKEwixy72_KZLNAh_WCVyYKHTH8BzkQFggiMAE&url.

Fmcagroquimica.2010. USU AGRÍCOLA RUGBY 10G. (Nematicida-insecticida / granulado). (en línea). Ficha técnica. Pp. 1 - 5. Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en:

<http://www.fmcagroquimica.com.mx/pdf/Etiqueta%20NOM%20232%20Rugby%2010G.pdf>.

Gonzales Cardona; Carolina; Zapata Castaño, Jairo; Aristizabal Loaiza, Manuel. 2014. Evaluación de un Producto Nematicida Sobre nematodos Fito parásitos del plátano Dominico Harton (Musa AAB). (en línea). Revista Acta Agronómica. 63. (1,2014): PP. 1 – 12. Pag.2 .consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169930903010>.

Guzmán Piedrahita, Oscar Adrián. 2011. El Nematodo Barrenador (*Radopholus similis* (Cobb) thorne. Del Banano y Plátano). (en línea). Revista Luna Azul. Núm. (33): pp. 137-153. Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727235012>.

Hernández M. Andrey D. 2014. Efecto del Extracto Acuoso de *Chenopodium ambrosioides* en el Manejo de Fitonematodos en el Cultivo de Plátano. Tesis Ing. Sur del Lago, México. Universidad Nacional Experimental “Jesús María semprum”. 69 p.

Idiap.2004.El Cultivo de Plátano en Panamá (Manual de Recomendaciones Técnicas para el Cultivo Tecnificado de Plátano). (en línea). Impresora Pacifico S.A. Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en: <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cultivoplatano1.pdf>.

J.L Sarah, JPinochet y J. Stanton. 1996. El Nematodo Barrenador Del Banano *Radopholus similis* COBB. (en línea). Parc Scientifique Agropolis II. (1): 1-2. Consultado el 23 de abril del 2016. Disponible en: www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj6iJLrIIXNAhXH8CYKHeidDawQFggdMAA&url.

Live Condor Freddy Mauricio. 2009. Uso de extractos acuosos de raquis de banano y *Tagetes* spp. Enriquecidos con bacterias y hongos endofiticos para el control biológico de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Tesis M.Sc. CR. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSENAZA ESCUELA DE POSGRADO. 94 P.

Lourdes María, Anaya Adriano, Herrera David, Albores Víctor, Salvador Miguel. 2008. Nematodos Endorrizosfericos Del Banano (Musa AAA. Subgrupo Cavendish) Clon "Grande Naine" en el Soconusco, Chiapas, México. (en línea). Revista mexicana de fitopatología. 26. (2): 147-152. Consultado el 23 de abril del 2016. Disponible en:

<https://scholar.google.com.sg/citations?user=ABSgw08AAAAJ&hl=en>.

Luis C. Salazar. 1984. MANUAL PRACTICO PARA EL MANEJO DE EXPERIMENTOS AGRICOLAS Y PECUARION. Universidad De Panamá Facultad De Ciencias Agropecuarias. Panamá. 145 p.

Mackliff Olivo Miguel Ángel. 2012. Evaluación de la eficiencia de Nematón en la reducción poblacional de *Radopholus similis* en condiciones controladas de invierno. Tesis ING. Ecuador. Universidad Técnica De Babahoyo, Facultad de ciencias Agropecuarias. 39 p.

María Perez Marques. 2013. Sistema de Analisis Estadístico SAS. LENGUAJE DE PROGRAMACION. (en línea). Artículo en línea. Consultado el 17 de mayo del 2017. Disponible en: <https://www.createspace.com/4187660>.

National Academy of Scienses. 1978. CONTROL DE NEMATODOS PARÁSITOS DE PLANTAS. Ed. ING. J. M. Falliner. 1 Ed. México D. F. Editorial LIMUSA S.A. 4 vols. 219 p.

Naturalite. 2009. Descripción de CustomBio NC y CustomBio NH (en línea). Consultado el 27 de abril del 2016. Disponible en: <http://www.custombio.com/agriculture/gp-b5-overview.html>.

R. Christie Jesser. 1970. NEMATODOS DE LOS VEGETALES SU ECOLOGIA Y CONTROL. Ed. Estaciones Agrícolas Experimentales de la Universidad de Florida. 1 ed. México D.F. Editorial LIMUSA S. A. 275 p.

Rodriguez G Marciano. Barrigh Orlando. 1979. MANUAL SOBRE EL CULTIVO DEL PLATANO EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS. Ed. R.H. Stover. 7 ed. La Lima, Honduras. SIATSA. 55 P.

Roy Donald. 2005. Estudio del Potencial Antagonista de Hongos Endófitos Para el Biocontrol Del Nematodo Barrenador *Radopholus similis* en Plantaciones de Banano en Costa Rica. Tesis M. Sc. Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza. 81 p.

Sánchez Ríos José Luis. 2002. Efecto de Extractos De *Ruta graveolens* (RUTACEAE) Sobre *Radopholus similis* E Identificación De Nematodos Asociados Al Cultivo De Plátano *Musa ssp.* Tesis M.Sc., MX. Universidad de Colima. 99 p.

Seminario de Nematología. (No. 135. 1987. Panamá). 1988. SEMINARIO DE NEMATOLOGIA, MEMORIAS DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS EN EL SEMINARIO DE MANEJO INTEGRADO DE NEMATODOS EN HORTALIZAS Y FRUTALES. Jorge Pinichet, Eric Candanedo. Panamá. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 95 p.

Villarreal Chagüeza Yamileth. 2011. Alternativa Biológico para El control De Nematodos Fitoparásitos En Cultivo Del Plátano. Tesis M. Sc. Col. Universidad de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira. 121 p.

5. ANEXOS.

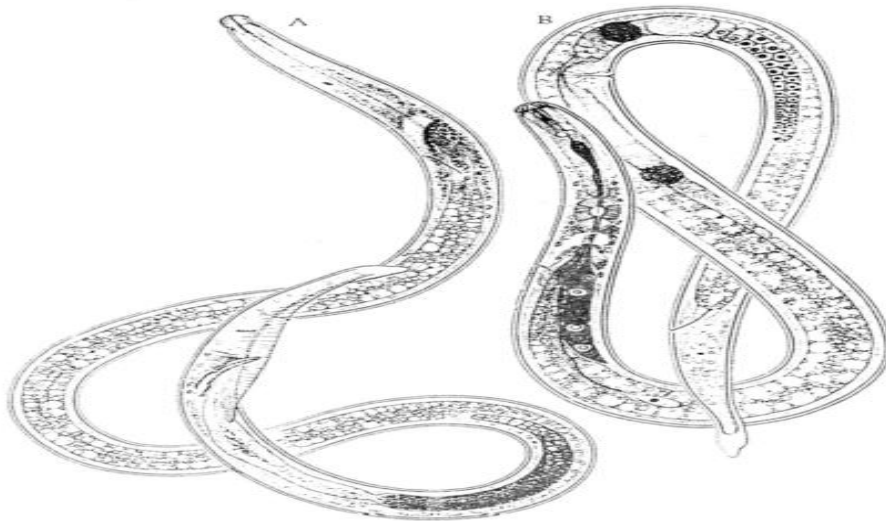


Figura # 13: Nematodos adultos, A. macho y B. hembra de *R. similis* (Tomada de Thorne, 1961).



Fuente: www.plpnemweb.ucdavis.edu

Figura # 14: Planta de banano (*Musa sp.*) afectada por un fuerte ataque de *R. similis*.

Fuente: www.plpnemweb.ucdavis.edu



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

LABSA
labsa.fca.up@gmail.com

Análisis de Suelo



ATENCIÓN: EST. ELVIS CEDIÑO
LUGAR: FINCA EMPALME, BOCAS DEL TORO
FECHA: 19 DE MAYO DE 2016

Nº	Arcilla	Areña	Limo	CLAS. TEXTURAL	pH (H ₂ O)	P	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	Ca	Mg	Acidez	Al	Mat. Org.													
	%				(1:2.5)	ppm = (mg/L) = (mg/Kg)										mcg/100g		%												
1	11,0	52,7	36,3	Franco Arenoso	5,9	A	76,70	a	188,4	a	3,06	b	137,2	a	9,2	a	55,4	a	2,5	b	22,53	a	4,08	a	0,20	b	0,00	b	2,53	b
2	0,8	64,9	34,3	Franco Arenoso	6,0	pA	95,93	a	220,9	a	3,60	b	155,5	a	7,8	a	55,9	a	2,0	b	21,02	a	3,59	a	0,20	b	0,00	b	2,02	b
3	0,0	62,4	37,6	Franco Arenoso	6,1	pA	81,72	a	366,3	a	3,06	b	137,2	a	8,6	a	58,6	a	1,7	b	21,42	a	3,96	a	0,20	b	0,00	b	3,29	m
4	5,9	56,0	38,1	Franco Arenoso	5,8	A	72,52	a	247,7	a	2,74	b	134,9	a	8,1	a	51,1	a	0,7	b	19,21	a	3,67	a	0,25	b	0,00	b	3,29	m

mA= Muy Ácido A= Ácido pA= Poco Ácido N= Neutro Al= Alcalino mA= Muy Alcalino a= alto m= medio b= bajo

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

1 S-136 M-1 Lote-1 (0-15 cm)
2 S-136 M-2 Lote-2 (0-15 cm)

3 S-137 M-5 Lote-3 (0-15 cm)
4 S-138 M-6 Lote-4 (0-15 cm)

2016: "AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DE LA DEMOCRACIA UNIVERSITARIA"

Gracias por Preferir Nuestros Servicios

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

Figura # 15: Análisis de suelo realizado en el área de estudio.

Fuente: El Autor