

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTIVIDAD DE CUATRO NEMATICIDAS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE TABACO; AYUTLA,
SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

JUAN CARLOS LUTTMAN BARRIOS
CARNET 21457-09

COATEPEQUE, AGOSTO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTIVIDAD DE CUATRO NEMATICIDAS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE TABACO; AYUTLA,
SAN MARCOS
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JUAN CARLOS LUTTMAN BARRIOS

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, AGOSTO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. CARLOS DANILO SANTIZO SOLLER

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA
MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala, 24 de junio de 2017

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Juan Carlos Luttmann Barrios, que se identifica con carné 21457-09, titulado: **"Efectividad de cuatro nematocidas orgánicos en el cultivo de tabaco; Ayutla, San Marcos"** el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente


Ing. Agr. Carlos Darilo Santizo Soller
Colegiado No. 1006

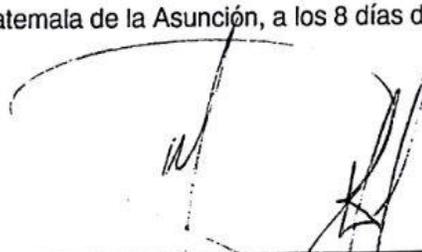
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JUAN CARLOS LUTTMAN BARRIOS, Carnet 21457-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06117-2017 de fecha 20 de julio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTIVIDAD DE CUATRO NEMATOCIDAS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE TABACO;
AYUTLA, SAN MARCOS

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 8 días del mes de agosto del año 2017.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por permitirme principalmente la vida, la salud y la sabiduría para lograr esta etapa importante de mi vida personal.

La empresa tabacalera Casa Export Limited Guatemala, por su apoyo y respaldo en la ejecución de la investigación realizada en dicha organización.

Facultad Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, sede Coatepeque Quetzaltenango, por formarme académicamente.

Ingeniero agrónomo José Efraín Martínez Posadas, por su apoyo y respaldo en el proceso de ejecución de la investigación.

Ingeniero Agrónomo Carlos Danilo Santizo Soller, asesor de tesis por guiarme en la etapa de ejecución y redacción de la investigación, y por las sugerencias brindadas durante esta investigación.

Ingeniera Agrónoma Iris Yvonne Cardenas Sagastume, por el apoyo y los consejos brindados durante la realización del anteproyecto de tesis.

Msc Julio García, por su aporte en la redacción y estructuración del documento de la investigación.

A los Catedráticos que me han impartido clases durante estos años, gracias por compartir sus conocimientos.

Escuela de Formación Agrícola EFA San Marcos, por ser parte fundamental en mi formación en el área agrícola.

Amigos, por el apoyo brindado en la culminación de mis estudios.

DEDICATORIA

A Dios: Por darme la oportunidad de la vida y por estar conmigo en todo, por fortalecer e iluminar mi mente y permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres: Miguel Anguel Luttmán Figueroa y Aurora Barrios de Luttmán por el apoyo moral que siempre he recibido de ustedes y con el cual he alcanzado esta meta. Les agradezco la orientación que siempre me han dado. Gracias.

A mis Hermanos: Por ser parte importante en este logro, porque siempre han sido de apoyo y respaldo para hacer las cosas de la mejor manera.

A mi Familia: Tíos y Tías, Primos y Sobrinos, ya que de una u otra manera siempre han apoyado.

A mis Amigos: A todas esas personas que me han brindado apoyo moral y su valiosa amistad, en especial a los Compañeros de la Universidad por su motivación para salir adelante.

INDICE

RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	2
2.1.1 Origen del tabaco	2
2.1.2 Clasificación taxonómica	2
2.1.3 Morfología.....	2
2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos	4
2.1.5 Nemátodos	5
2.1.6. Daños que ocasionan los nemátodos	6
2.1.7 Nemátodos formadores de agallas.....	6
2.2. Información de productos a evaluar.....	17
2.2.1. Super Nema-kill®:	17
2.2.2. Paecilovista	19
2.2.3. Nemaplus®	21
2.2.4. Biomax B1®	22
2.2.5. Vydate 24 SL	24
2.3. Antecedentes	24
2.3.1. Distribución de los nemátodos en el suelo	25
2.3.2. Nemátodos que causan daños al tabaco	25
2.3.3. Síntomas Ocasionados por el ataque de Nemátodos	26
2.3.4. Importancia Económica de los Nemátodos Fitoparásitos.....	26
2.3.5. Investigaciones realizadas sobre el control de nemátodos.....	27
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo	29
IV. OBJETIVOS	31
4.1 Objetivo general	31
4.2 Objetivos específicos	31
V. HIPÓTESIS	32
5.1 Hipótesis alterna.....	32
VI. METODOLOGÍA.....	33
6.1. Localización del trabajo	33

6.1.1.	Clima:.....	33
6.1.2.	Zona de vida:	33
6.1.3.	Suelos	33
6.1.4.	Material experimental	34
6.1.5.	Factores a estudiar	34
6.1.6.	Descripción de los tratamientos	34
6.1.7.	Diseño experimental.....	34
6.1.8.	Modelo estadístico	34
6.1.9.	Unidad experimental	35
6.1.10.	Croquis de campo	35
6.1.11.	Manejo del experimento	36
a.	Preparación del terreno	36
b.	Muestreo del suelo.....	36
c.	Trasplante.....	36
d.	Resiembra.....	37
e.	Aplicación de los tratamientos	37
f.	Riego.....	37
g.	Control de malezas	37
h.	Aporque.....	37
i.	Capado	38
j.	Deshije.....	38
k.	Control Fitosanitario.....	38
l.	Fertilización	38
m.	Corte del tabaco de las unidades experimentales.	39
6.1.12.	Variables de respuesta	39
6.1.13.	Análisis de la información.....	42
•	Análisis estadístico.....	42
•	Análisis económico	42
VII.	RESULTADOS Y DISCUSION	43
7.1	Nemátodos en muestras de suelo del género <i>Meloidogyne</i> spp	43
7.2	Eficacia de los tratamientos.....	44
7.3.	Nemátodos en muestras de raíz del género <i>Meloidogyne</i> spp.....	45

7.4.	Eficacia de los tratamiento para el control de <i>Meloidogyne</i> spp en muestras de 25 grs de raíces.	47
7.5.	Índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp	49
7.6.	Nemátodos en muestras de suelo del género <i>Pratylenchus</i> spp	51
7.7.	Nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestras de raíz	53
7.8.	Nivel de daño causado por <i>Pratylenchus</i> spp.	57
7.9.	Rendimiento.	58
7.10.	Análisis beneficio-costo.	60
VIII.	CONCLUSIONES	61
IX.	RECOMENDACIONES	62
X.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	63
XI.	ANEXOS	65
XII.	CRONOGRAMA DE TRABAJO	91

INDICE DE CUADROS

Clasificación taxonómica del tabaco.....	02
Dosis de aplicación de Nema-kill.....	18
Descripción de los tratamientos.....	34
Escala para la evaluación del índice de agallamiento causado por <i>Meloidogyne</i>	40
Análisis de varianza general para para población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo	43
Análisis de varianza general para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz.....	46
Análisis de varianza general para el índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp.....	49
Análisis de varianza general para nemátodos del género <i>Pratylenchius</i> spp en muestra de 200 cc de suelo.....	51
Análisis de varianza general para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de 25 grs de raíz.....	55
Análisis de varianza general para el nivel de daño en raíces causado por <i>Pratylenchus</i> spp.....	57
Análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha.....	58
Relación beneficio/costo, rendimiento en kg/ha.....	60
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo a los 25 ddt.....	65
Análisis de varianza para para población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo a los 25 ddt.....	65
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo a los 50 ddt.....	66
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo a los 50 ddt.....	66
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de suelo a los 75 ddt.....	67
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de	67

suelo a los 75 ddt.....	
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestras de raíz a los 25 ddt.....	68
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz a los 25 ddt.....	68
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz a los 50 ddt.....	69
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz a los 50 ddt.....	69
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz a los 75 ddt.....	70
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestra de raíz a los 75 ddt.....	70
Índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 25 ddt. Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$	71
Análisis de varianza para el índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 25 ddt.....	71
Índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 50 ddt. Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$	72
Análisis de varianza para el índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 50 ddt.....	72
Índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 75 ddt. . Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$	73
Análisis de varianza para el índice de agallamiento de <i>Meloidogyne</i> spp a los 75 ddt.....	73
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de suelo a los 25 ddt.....	74
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de suelo a los 25 ddt.....	74
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de suelo a los 50 ddt.....	75
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de	75

suelo a los 50 ddt.....	
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de suelo a los 75 ddt.....	76
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de suelo a los 75 ddt.....	76
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz a los 25 ddt.....	77
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz a los 25 ddt.....	77
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz a los 50 ddt.....	78
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz los 50 ddt.....	78
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz a los 75 ddt.....	79
Análisis de varianza para nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de raíz a los 75 ddt.....	79
Nivel de daño en raíces causado por <i>Pratilenchus</i> spp a los 25 ddt.....	80
Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por <i>Pratylenchus</i> spp a los 25 ddt.....	80
Nivel de daño en raíces causado por <i>Pratilenchus</i> spp a los 50 ddt.....	81
Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por <i>Pratylenchus</i> spp a los 50 ddt.....	81
Nivel de daño en raíces causado por <i>Pratilenchus</i> spp a los 75 ddt.....	82
Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por <i>Pratylenchus</i> spp a los 75 ddt.....	82
Datos de campo de rendimiento en Kg/ha.....	83

INDICE DE FIGURAS

Ciclo de vida de <i>Meloidogyne</i> spp en maíz utilizado a modo de ejemplo según se observa al microscopio.....	12
Ciclo de vida de <i>Pratylenchus</i> spp.....	17
Escala para la evaluación del índice de daño causado por <i>Pratylenchus</i> spp...	41
Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestras de suelo 200 cc.....	44
Población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en los muestreos realizados en 200 cc de suelo durante el ciclo de la investigación.....	45
Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en muestras de 25 grs de raíces.....	47
Comportamiento de población de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en las muestras de raíces, durante la investigación.....	50
Análisis del índice de agallamiento causado por nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> spp en las raíces, durante la investigación.....	52
Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestra de 200 cc de suelo.....	52
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en los tres muestreos de suelos realizados durante el ciclo de vida del cultivo de tabaco.....	53
Eficacia general de los tratamientos evaluados en el control de los nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en muestreos de 25 grs de raíces durante la investigación.....	55
Población de nemátodos del género <i>Pratylenchus</i> spp en los tres muestreos realizados en raíces, durante el ciclo de vida del cultivo de tabaco.....	56
Análisis del índice de agallamiento causado por <i>Pratylenchus</i> spp.....	58
Rendimiento de los tratamientos evaluados en kg/ha. obtenidos en la investigación.....	59
Ubicación geográficamente latitud norte 14°46'04.61"y longitud oeste92°06'12.58", Aldea Zanjón San Lorenzo Ayutla, San Marcos.....	84
Preparación del terreno.....	84
Siembras de los pilones de tabaco.....	85

Identificación de la investigación.....	85
Aplicación de los tratamientos.....	86
Aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.....	86
Riego de la plantación.....	87
Toma de muestras de suelo.....	87
Toma de muestras de raíces.....	88
Análisis de raíces <i>Meloidogyne</i> spp.....	88
Análisis de raíces <i>Pratylenchus</i> spp.....	89
Colgado del tabaco en galera.....	89
Despique.....	90

EFFECTIVIDAD DE CUATRO NEMATICIDAS ORGANICOS EN EL CULTIVO DE TABACO; AYUTLA, SAN MARCOS

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la efectividad de cuatro nematicidas orgánicos en el cultivo de tabaco. El trabajo se realizó en Aldea Zanjón San Lorenzo, Ayutla, San Marcos. Se utilizó un arreglo bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: población de nemátodos en muestras de suelo, población de nemátodos en muestras de raíz, índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp, nivel de daño en raíces causado por *Pratylenchus* spp, rendimiento de cada uno de los tratamientos (Kg/ha). Análisis de beneficio-costo por tratamiento por hectárea. De acuerdo a los resultados, El tratamiento donde se utilizó *Paecilomyces lilacinus* es el que presentó mejor control en la población de los nemátodos en muestras de suelo y muestras de raíces; presentando mejor control en índice de agallamiento causado por *Meloidogyne* spp, y mejor control en el daño causado en raíces por *Pratylenchus* spp; presentando un rendimiento de 2922.81 Kg/ha. Presentando un indicador económico de 1.62 presentando la mayor relación beneficio-costo. Por lo que se recomienda utilizar este tratamiento para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en el cultivo de tabaco.

EFFECTIVENESS OF FOUR ORGANIC NEMATOCIDES ON TOBACCO PLANTATIONS, AYUTLA, SAN MARCOS

ABSTRACT

The purpose of the present research study was to evaluate the effectiveness of four organic nematicides on tobacco plantations. The study was carried out in the village of Zanjón San Lorenzo, Ayutla, department [political division] of San Marcos. A randomized block design was used with six treatments and four repetitions. The variables evaluated in the study were: population of nematodes in soil samples, populations of nematodes in root samples, gall index of *Meloidogyne* spp, level of damage caused by *Pratylenchus* spp, yield of each treatment (kg/ha). An benefit-cost analysis per hectare was done. According to the results, the treatment that used *Paecilomyces lilacinus* presented the best control in the population of nematodes in soil and root samples, best gall index control, and best control on damage caused to roots by *Pratylenchus* spp, as well as a yield of 2922.81 kg/ha. The economic indicator (1.62) was also the largest benefit-cost relation. For the aforementioned reasons, the recommendation is to continue using said treatment for the control of nematodes of the genus *Meloidogyne* spp and *Pratylenchus* spp on tobacco plantations.

I. INTRODUCCION

El Tabaco (*Nicotiana tabacum* L solanaceae). Se cultiva en unos 120 países, en muchos tipos de suelo alrededor del mundo; bajo condiciones climatológicas diversas que llegan por el norte hasta 50° de latitud. Generalmente en los suelos más fértiles y pesados se siembra el tipo burley y el tabaco negro, mientras que los suelos más ligeros, margosos y arenosos, que estén bien drenados se usan para el flue-cured (Velásquez, 2000).

En las zonas tabaqueras de Guatemala, especialmente en San Marcos, el tabaco se cultiva extensivamente; tanto para consumo interno como para su exportación; encontrándose con el problema del ataque de diferentes plagas, dentro de los cuales los nemátodos, son los que causan mayores daños al cultivo, manifestándose este daño, con plantaciones bajas en densidad, poco desarrollo e influyendo en la producción y en la calidad del curado; para el control de esta plaga se han introducido variedades resistentes, rotación de cultivos y control químico que es el más común; actualmente se está iniciando el control fitosanitario con productos biológicos, orgánicos y botánicos para evitar los residuos de nematicidas sintéticos (Velásquez, 2000).

En la actualidad, las exigencias de los mercados internacionales en cuanto a obtener plantas libres de productos tóxicos y calidad, hacen que en el cultivo de tabaco se utilicen menos productos químicos posibles, y por las leyes de protección del medio ambiente.

En la presente investigación se evaluaron cuatro nematicidas para el control de *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp* del suelo en el cultivo de Tabaco tipo burley, utilizando los nematicidas, Nemakill (producto orgánico), Nemaplus (producto orgánico) el hongo *Paecilomyces lilacinus* (producto biológico), Biomax B1 (producto orgánico). Con el objetivo de encontrar alternativas de solución al problema que generan los nemátodos en el cultivo de tabaco y poder hacer uso de productos orgánicos que no son residuales y poder cumplir con las normas de exportación en calidad, libre de toxinas químicas, y cuidar el medio ambiente.

II. MARCO TEORICO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Origen del tabaco

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L) es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas (Chaverri, 1995).

Este cultivo es originario de América, aunque no se conoce con precisión un lugar específico, porque no se le ha encontrado en estado silvestre. Probablemente sea originario del Sur del Continente; sin embargo, habita como hierba en la totalidad de los Trópicos (Chaverri, 1995).

2.1.2 Clasificación taxonómica

Según Franco y Franco (2002), citado por (Orellana, 2004), la clasificación taxonómica del tabaco es:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del tabaco

Taxón	Clasificación
Reino	Vegetal
Subreino	Embryobiontha
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Nicotiana</i>
Especie	<i>Tabacum</i>

2.1.3 Morfología

Las principales características morfológicas de la planta son (Chaverri, 1995):

a. Raíz:

La raíz es pivotante y puede ser compacta o difusa, con una profundidad que oscila entre 40 y 60 cms. de penetración que depende de las condiciones del suelo. Si el suelo ha sido bien preparado y es de textura franca y franco-arcillosa, las raíces absorbentes se encuentran a 30 cms. de profundidad (Chaverri, 1995).

Las raíces del tabaco en términos generales, no son muy fuertes; son muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, no soportan los excesos de agua, e incluso los sistemas de riego por aspersión mal diseñados provocan el volcamiento de las plantas (Chaverri, 1995).

b. Tallo:

Posee un eje principal que se ramifica en la parte superior, una vez que se inicia la floración. Es herbáceo, cilíndrico y además forma tejido leñoso en la parte externa e inferior y es suave en la parte superior (Chaverri, 1995).

Está cubierto por una pubescencia formada de pelos y tricomas glandulares que producen un exudado aceitoso y pegajoso, al igual que el que producen las hojas.

c. Hojas:

Se encuentran adheridas al tallo, colocadas asimétricamente en forma helicoidal. Son grandes, abiertas y pueden ser de forma lanceolada u oval, con el borde liso y una nervadura central muy prominente, de un color blanquecino, que contrasta con el verde de la lámina foliar, succulenta y flexible, con gran capacidad higroscópica, lo que permite absorber o perder agua con suma facilidad (Chaverri, 1995).

Tienen de 50 a 60 cms. de largo y de ancho 25 a 40 cms., pero esto depende mucho de la clase y variedad, de las prácticas culturales y de las condiciones ambientales imperantes en la zona de cultivo. La superficie foliar (de una planta) puede alcanzar fácilmente 2.5 m² (Chaverri, 1995).

d. Flores

La flor del tabaco corresponde a una inflorescencia compuesta de una panícula que tiene varios ejes florales. Los pétalos están fundidos formando una corola. La flor generalmente es de color rosado; también puede tener color amarillo tenue o blanco. El cáliz es tubuloso y persistente. El androceo está formado de cinco estambres libres y el gineceo de un pistilo que se prolonga en un estilo simple, alargado y con un estigma bífido (Chaverri, 1995).

Los estambres están insertos en la parte inferior del tubo y el estigma en el extremo superior del estilo, que es algo ensanchado.

e. Fruto

Está formado por una cápsula ovoide, de unos 3 a 6 cms. de largo con dos secciones interiores que contienen semillas en gran número. Cada panícula tiene de 100 a 400 cápsulas seminales (Chaverri, 1995).

2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos

a. Clima

Influye en la duración del ciclo vegetativo de las plantas, en la calidad del producto y en el rendimiento de la cosecha (Akehurst 1973).

Debido a que el tabaco es originario de regiones tropicales, la planta vegeta mejor y la cosecha es más temprana. Pero la principal área geográfica del cultivo se extiende desde los 45° de latitud Norte hasta los 30° de latitud Sur (Chaverri, 1995).

b. Temperatura

El periodo libre de heladas en combinación con las temperaturas medias, máximas y mínimas son los principales datos a tener en cuenta. La temperatura óptima del cultivo varía entre 18-28°C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16°C, y desde el transplante hasta la recolección se precisa un periodo libre de heladas de 90-100 días según Franco y Franco (2002) citado por (Orellana, 2004).

c. Humedad

El tabaco es muy sensible a la falta o exceso de humedad. Una humedad elevada en el terreno produce un desarrollo pobre y, en general, es preferible un déficit a un exceso de agua (Chaverri, 1995).

En regiones secas la planta produce hojas poco elásticas y más ricas en nicotina que en las regiones húmedas. La humedad ambiental tiene una influencia importante sobre la finura de la hoja, aunque se facilita la propagación de enfermedades criptogámicas (Chaverri, 1995).

d. Suelo

Estudios realizados por (Chaverri, 1995), indican que el tabaco prefiere las tierras francas, sueltas, profundas, que no se encharquen y que sean fértiles. El pH más apropiado es de neutro a ligeramente ácido, para los tabacos de hoja clara, y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo oscuro. Además la textura de las tierras influye sobre la calidad de la cosecha y el contenido nicotínico de las hojas.

2.1.5 Nemátodos

Los nemátodos son organismos del Reino Animal, generalmente microscópicos y con apariencia de pequeñas lombrices, que ya se alimentaban de raíces hace millones de años, en una relación de equilibrio según (ANACAFE 1998) citado por (Orellana, 2004).

Se distribuyen en el suelo muy lentamente bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nemátodo probablemente no excede de un metro por estación (Agrios, 1998).

El equipo agrícola, la irrigación, el agua inundada o de drenaje, las patas de los animales y las tolvaneras distribuyen a los nemátodos en áreas locales, mientras que a grandes distancias los nemátodos se distribuyen principalmente por los productos agrícolas y las plantas de los viveros (Agrios, 1998).

Se alimentan chupando la savia que circula por las raíces de las plantas, presentando en éstas tuberosidades y deformaciones, dando lugar a un marchitamiento general. Como medida preventiva se recomienda en los semilleros desinfectar las camas por esterilización química o por calor. Uno de los tratamientos químicos recomendados es la aplicación de Dicloropropeno 107%, presentado como concentrado emulsionable a una dosis de 100-150 l/ha (Agrios, 1998).

2.1.6. Daños que ocasionan los nemátodos

Los nemátodos son habitantes naturales del suelo y existe una gran cantidad de especies que difieren mucho en cuanto al daño que provocan a los diferentes cultivos (Agrios, 1998).

Las infecciones de nemátodos (Agrios, 1998) se presentan después de varios ciclos de cosecha, principalmente cuando no se hace una buena rotación de cultivos o se establecen siembras perennes.

Según (ANACAFE 1998) citado por (Orellana, 2004) el grado de infección depende de la especie, la cantidad de individuos por unidad de suelo y la susceptibilidad del cultivo.

2.1.7 Nemátodos formadores de agallas

Los nemátodos formadores de agallas de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido y tórrido e inviernos cortos y moderados. Estos nemátodos se encuentran también en los invernaderos donde se usan suelos no esterilizados (Agrios, 1998).

Atacan a más de 2000 especies de plantas, incluyendo a la mayoría de las plantas cultivadas. Los nemátodos formadores de agallas de la raíz dañan a las plantas al debilitar las puntas de la raíz y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva, pero principalmente al inducir la formación de hinchamientos en las raíces, las cuales no sólo privan a las plantas de sus nutrientes sino también deforman y disminuyen el valor comercial de muchas raíces de los cultivos (Agrios, 1998).

Cuando las plantas susceptibles son infectadas en la etapa de plántula, las pérdidas son considerables y pueden dar lugar a la destrucción total del cultivo. Las infecciones que sufren las plantas adultas pueden tener sólo efectos ligeros sobre la producción o pueden disminuir en forma considerable la producción (Agrios, 1998).

Síntomas.

Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el clima es cálido. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad (Agrios, 1998).

Las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la estación de crecimiento y rara vez son destruidas prematuramente por la enfermedad. Los síntomas más característicos de la enfermedad son los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas. Se producen varias infecciones sobre la misma raíz y las agallas en proceso de desarrollo le dan a la raíz una forma irregular que se asemeja a una maza (Agrios, 1998).

En las raíces infectadas por algunas de las especies de este nemátodo se forman, además de agallas, varias ramificaciones cortas de la raíz, las cuales nacen en la parte superior de la agalla y forman un sistema radicular denso y tupido. Sin embargo, es frecuente que las raíces infectadas sean más pequeñas y muestren varios grados de necrosis. Con frecuencia se produce la pudrición de las raíces, particularmente a finales de la estación. Cuando los tubérculos u otros órganos subterráneos carnosos son atacados, forman pequeñas hinchazones sobre la superficie, la cual en ocasiones se hace bastante prominente y produce la deformación de los órganos o el agrietado de su cascara (Agrios, 1998).

Patógeno.

Meloidogyne spp. Los nemátodos adultos macho y hembra del agallamiento de la raíz son fáciles de distribuir morfológicamente. Los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 mm de largo por 30 a 36 mm de diámetro. Las hembras tienen forma de pera y un tamaño aproximado de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 a 0.75 mm. Cada hembra deposita aproximadamente 500 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce. La primera etapa larvaria se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla en la segunda etapa larvaria. Esta última forma emerge del huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentra una raíz susceptible. La segunda etapa larvaria es vermiforme y es la única etapa infectiva de este nemátodo (Agrios, 1998).

En caso de que un hospedante susceptible se encuentre en sus alrededores, la larva penetra a la raíz, se vuelve sedentaria y aumenta de grosor, tomando la forma de una salchicha. El nemátodo se alimenta de las células que se encuentran en torno a su cabeza al insertar su estilete y secretar saliva en ellas. La saliva estimula a las células para que crezcan y también licúa parte de su contenido, el cual succiona a través de su estilete (Agrios, 1998).

El nemátodo sufre una segunda muda y da lugar a la tercera etapa larvaria, la cual es similar a la segunda etapa larvaria, de la cual se diferencia por carecer del estilete y ser más gruesa. La tercera etapa larvaria sufre una tercera muda y se desarrolla en la cuarta etapa larvaria, en la cual es posible distinguirlo ya como un individuo macho o hembra. El macho de la cuarta etapa larvaria tiene aspecto vermiforme y se enrolla dentro de la tercera cutícula. Sufre la cuarta y última muda y emerge de la raíz ya como macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo (Agrios, 1998).

La hembra de la cuarta etapa larvaria continúa aumentando de grosor y un poco más de longitud, sufre la cuarta y última muda y se desarrolla en una hembra adulta, la cual tiene forma de pera. La hembra adulta continúa hinchándose y, ya sea fecundada o no por un macho, forma huevecillos, los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora (Agrios, 1998).

Los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz, dependiendo de la posición que tenga la hembra. Estos huevecillos pueden incubarse inmediatamente o invernar para incubarse. El ciclo de vida del nemátodo concluye a los 25 días a una temperatura de 27°C, pero tarda más tiempo a temperaturas más bajas o más altas. Cuando los huevecillos se incuban, la segunda etapa larvaria infectiva puede migrar del interior de la agallas hacia las partes adyacentes de la raíz y producir nuevas infecciones en la misma raíz, o bien salir de la raíz e infectar a las demás raíces de la misma planta o a las de otras plantas (Agrios, 1998).

El número mayor de nemátodos del nódulo de la raíz comúnmente se encuentra en la zona de la raíz comprendida entre los 5 y los 25 cm por debajo de la superficie del suelo. La capacidad de los nemátodos del nódulo de la raíz de moverse por sí mismos es limitada, pero pueden ser dispersados por el agua o por la tierra que se adhiere al equipo agrícola o de otra manera transportada hacia las áreas no infestadas. (Agrios, 1998)

Desarrollo de la enfermedad.

La segunda fase larvaria infectiva comúnmente penetra en las raíces por detrás de la punta de ellas y se abre paso a través de las células hasta que llegan a la parte trasera de la zona de crecimiento. Ahí se establece permanentemente y coloca su cabeza en el pleroma. En las raíces maduras, la cabeza del nemátodo a menudo se sitúa en el periciclo. Algunas células sufren daños conforme avanza la larva y, en caso de que varias larvas penetren en ellas, las células que se encuentran cerca de la punta de la raíz dejan de dividirse y el crecimiento de la raíz se detiene. (Agrios, 1998)

Por otra parte, las células corticales que se encuentran cerca del punto de infección comienzan a crecer, en ocasiones como lo hacen las células del periciclo y de la endodermis que se sitúan cerca de la trayectoria de las larvas. Dos o tres días después de que las larvas se han establecido, algunas de las células en torno a su cabeza comienzan a crecer. Sus núcleos se dividen, pero las paredes celulares no se depositan. Las paredes que se encuentran entre algunas de las células se degradan y desaparecen y los contenidos protoplásmicos de varias de ellas coalescen, formando

células gigantes. El alargamiento y la coalescencia de las células continúa durante 2 ó 3 semanas y las células gigantes invaden irregularmente a los tejidos vecinos (Agrios, 1998).

Con frecuencia, cada agalla contiene de 3 a 6 células gigantes, las cuales pueden formarse tanto en la corteza como en el estele. Parece ser que el alargamiento de las células se debe a las sustancias que contiene la saliva que el nemátodo secreta en las células gigantes cuando se alimenta. Las células gigantes degeneran si los nemátodos dejan de alimentarse o mueren. Cuando dichas células se forman en el estele, se desarrollan elementos xilémicos irregulares o su desarrollo se interrumpe. Los elementos xilémicos ya formados pueden constreñirse debido a la presión mecánica que ejercen las células en proceso de alargamiento (Agrios, 1998).

En las primeras etapas del desarrollo de las agallas, las células corticales aumentan de tamaño pero, durante las últimas etapas, se dividen también con rapidez. La hinchazón de la raíz se debe también a la hipertrofia e hiperplasia que sufren las células del parénquima vascular, periciclo y endodermis que se encuentran en torno a las células gigantes y al alargamiento del nemátodo. Conforme crecen las hembras y se forman los ovisacos, ejercen una presión hacia afuera, rompen la corteza y pueden quedar expuestos sobre la superficie de la raíz o quedar totalmente cubiertos, dependiendo esto de la posición que tenga el nemátodo en relación a la superficie de la raíz (Agrios, 1998).

Además de las alteraciones que ocasionan las agallas a las plantas, con frecuencia los daños que sufren las plantas infectadas se acrecentan debido a ciertos hongos patógenos, los cuales atacan con facilidad a los tejidos de la raíces debilitadas y a las células hipertrofiadas sin diferenciar las agallas. Además, algunos hongos, como el *Phythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, crecen y se reproducen con mayor rapidez en las agallas que en otras áreas de la raíz, induciendo así una degradación temprana de los tejidos de esta última (Agrios, 1998).

Control

El nódulo de la raíz se controla eficientemente en los invernaderos esterilizando el suelo con vapor o fumigándolo con nematicidas. En el campo, el mejor método de control se logra mediante la fumigación del suelo con compuestos químicos. Algunos nematicidas de reciente elaboración, como el aldicarb, oxamyl y fenamiphos, se están utilizando con gran eficiencia. Con frecuencia, cada tratamiento da un control satisfactorio del agallamiento de la raíz durante una estación (Agrios, 1998).

En años recientes, se ha logrado un buen control experimental de esta enfermedad al aplicar a los suelos compuestos granulares de avermectinas, que son antibióticos producidos por el actinomiceto *Streptomyces avermitilis*. El control biológico del agallamiento de la raíz se ha logrado también tratando los suelos infestados de nemátodos con esporas de *Bacillus* (Pasteuriá) peneírans, que es un parásito obligado de algunos nemátodos fitoparásitos; tratando los trasplantes o los suelos infestados con esporas del hongo *Dactylella oviparasitica*, el cual parasita a los huevos de los nemátodo *Meloidogyne*; y en algunos experimentos, tratando los trasplantes, o los suelos infectados de nemátodos (Agrios, 1998)

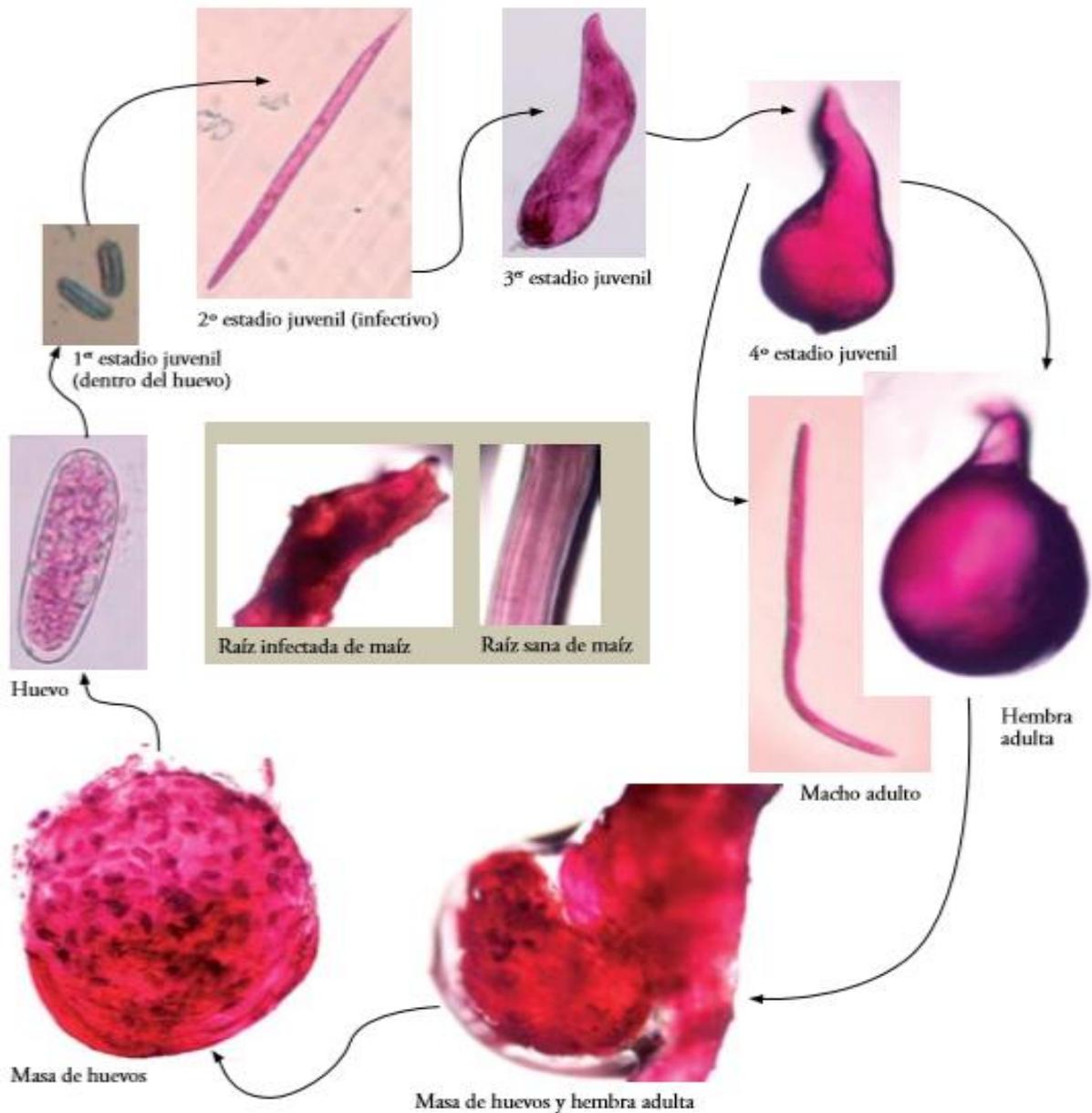


Figura 1. Ciclo de vida de *Meloidogyne* spp en maíz utilizado a modo de ejemplo según se observa al microscopio Fuente: (Coyne, Nicol, & Claudis-cole, 2009).

2.1.8 Nemátodos destructores de raíces

El nemátodo lesionador o de los prados se encuentra en todas partes del mundo, donde ataca a las raíces de todas las clases de plantas, como es el caso de los cultivos del campo, los cultivos de cereales, cultivos de hortalizas, árboles frutales y muchas plantas de ornato. La gravedad de los daños que ocasiona el nemátodo lesionador varía con el cultivo atacado y consisten en una reducción o inhibición de su raíz

causada por la formación de lesiones locales en las raíces jóvenes, que se producen antes de que los hongos y bacterias secundarios ocasionen su pudrición. Debido a los daños que sufre la raíz, las plantas afectadas muestran un crecimiento deficiente, dan poco rendimiento y finalmente mueren (Agrios, 1998).

a. Síntomas

Las plantas herbáceas hospedantes susceptibles que son afectadas por el nemátodo lesionador se quedan achaparradas y muestran clorosis, como si estuvieran sufriendo deficiencias minerales o falta de agua. Con frecuencia, en una sola área son afectadas varias plantas, lo que hace que se vean manchas de plantas con crecimiento deficiente y un color verde amarillento que puede observarse a gran distancia. Conforme transcurre la estación, el achaparramiento de las plantas avanza, el follaje se marchita durante los días cálidos del verano y las hojas adquieren un color café amarillento. Es muy fácil arrancar del suelo a esas plantas ya que su sistema radicular ha sido severamente destruido. La producción de las plantas afectadas disminuye en grado variable y si las infecciones son severas, las plantas mueren (Agrios, 1998).

Los síntomas de la raíz de las plantas afectadas consisten en lesiones que al principio aparecen en forma de manchas diminutas, alargadas y aguanosas o de color amarillo oscuro, las cuales en poco tiempo toman un color café hasta adquirir un color casi negro. Las lesiones aparecen principalmente sobre las raíces nutricionales jóvenes y se concentran sobre todo en la zona de los pelos radiculares, aunque pueden aparecer en cualquier parte de las raíces. Dichas lesiones se extienden principalmente en sentido longitudinal si al mismo tiempo se expanden lateralmente con lentitud hasta cubrir toda la raíz, a la que destruyen (Agrios, 1998).

Conforme las lesiones se extienden, las células afectadas de la corteza se colapsan y el área manchada queda constreñida. Con frecuencia, las bacterias y hongos secundarios acompañan a las infecciones por nemátodos y en el suelo contribuyen a la posterior pudrición y manchado de las áreas afectadas de la raíz, las cuales pueden desprenderse. La raíz de las plantas afectadas levemente sobreviven en grado variable

y en algunos hospedantes la formación de raíces adventicias puede ser estimulada por la infección pero, en general, las raíces individuales sufren manchado y se encuentran dispuestas en escobeta y todo el sistema radicular de la planta disminuye considerablemente debido al desprendimiento de ciertas porciones de la raíz ocasionada por la formación de lesiones (Agrios, 1998).

b. Patógeno

Pratylenchus spp. Los nemátodos tienen aproximadamente de 0.4 a 0.7 mm de longitud por un diámetro de 20 a 25 μ m. Son organismos cilindroideos fuertes con una cabeza roma, un fuerte estilete y cola notablemente redondeada B). Son nemátodos migratorios y endoparásitos que afectan a las raíces de muchos tipos de plantas. El desarrollo y reproducción de los nemátodos del género *Pratylenchus* spp es un poco lento, ya que el ciclo de vida de varias de sus especies concluye al cabo de 45 ó 65 días (Agrios, 1998).

Estos nemátodos invernan en las raíces infectadas o en el suelo en forma de huevecillos, larvas o adultos, excepto en el caso de las hembras productoras de huevecillos, que al parecer son incapaces de sobrevivir al invierno. Los adultos y las larvas de varias edades pueden entrar y salir de las raíces de los hospedantes susceptibles. Las hembras, hayan sido o no fecundadas, ponen sus huevecillos individualmente o en pequeños grupos dentro de las raíces infectadas. Los huevecillos permanecen en las raíces y se incuban ahí o cuando los tejidos de la raíz se degradan, son liberados en el suelo (Agrios, 1998).

La primera etapa larvaria y la primera muda ocurren en el huevecillo. La segunda etapa larvaria que emerge del huevecillo se mueve en el suelo o penetra en la raíz, en ambos casos se desarrolla hacia las posteriores etapas larvarias hasta llegar a adultos. Cuando se encuentran en el suelo, los nemátodos son susceptibles a la desecación y durante los períodos de sequía, permanecen en reposo hasta que el nivel de humedad aumenta y las plantas reanudan su crecimiento (Agrios, 1998).

c. Desarrollo de la enfermedad

Las larvas y los adultos del género *Pratylenchus* spp penetran en las raíces comúnmente en sentido radial por cualquier punto. El nemátodo penetra intracelularmente cuando introduce con fuerza y en forma sostenida su estilete y su cabeza en las células de la raíz, que al parecer sufren ablandamiento y ruptura de su pared celular. Las paredes celulares y el citoplasma adherente comúnmente adquieren un color café claro y toman el aspecto de pequeñas manchas decoloradas unas cuantas horas después de producida la inoculación. Los nemátodos se desplazan por la corteza, donde se alimentan y reproducen (Agrios, 1998).

La endodermis no sufre daños, aun cuando los nemátodos llenen totalmente el área comprendida entre la endodermis y la epidermis. La necrosis de las células corticales sigue a la trayectoria de los nemátodos, pero el manchado de las células vecinas varía con la planta hospedante. En ocasiones, sólo son afectadas 162 células a cada lado de los túneles que abre el nemátodo, pero en otras ocasiones la lesión se extiende hasta más de la mitad de la circunferencia de la raíz. La zona de la capa endodérmica adyacente al nemátodo adquiere también un color café oscuro que se extiende hasta abarcar grandes grupos de células (Agrios, 1998).

Conforme el nemátodo continúa alimentándose de las células corticales, las paredes celulares se degradan y aparecen cavidades en la corteza, cuyas paredes en ocasiones se encuentran revestidas por depósitos de color café (Agrios, 1998).

En cada lesión vive por lo menos un nemátodo y en ocasiones las células hospedantes individuales son atravesadas simultáneamente por cuatro o más nemátodos. Las hembras ovipositan en la corteza y con frecuencia los huevecillos, larvas y unos cuantos adultos forman "nidos"; los cuales se encuentran abundantemente en la corteza. Después de la incubación de los huevecillos, los nemátodos se alimentan de las células parenquimatosas y se mueven principalmente a lo largo y por el interior de la corteza, extendiendo de esta forma la lesión (Agrios, 1998).

Algunos de los nemátodos abandonan la lesión, salen de la raíz y se desplazan hacia otras zonas de la raíz u otras raíces, donde producen nuevas infecciones. Los tejidos corticales necróticos de las lesiones grandes se desprenden o son invadidos por bacterias y hongos secundarios, los cuales ocasionan la pudrición y degradación de los tejidos de la raíz en torno a la zona de infección, así como la muerte de la parte distal de la raíz por detrás del punto de infección. Esto hace que disminuya en forma drástica el número de raíces funcionales de la planta, que la absorción de agua y nutrientes sea insuficiente y que los órganos aéreos de la planta permanezcan atrofiados y sufran clorosis, mostrando síntomas de deficiencias de agua y nutrientes (Agrios, 1998).

d. Control

La forma más eficiente de controlar a los nemátodos lesionadores de la raíz consiste en tratar a los surcos o a toda el área de cultivo con nematicidas antes de cultivar las plantas. En algunos casos, el oxamyl aplicado en forma de baño del suelo o aspersiones foliares ha permitido controlar eficientemente a los nemátodos lesionadores (Agrios, 1998).

Cuando el clima es seco y cálido, puede lograrse un control bastante efectivo del nemátodo lesionador mediante el barbecho de verano, el cual disminuye las poblaciones de dicho patógeno al exponerlo al calor y a la desecación y eliminando a las plantas hospedantes. En la actualidad, el control mediante la rotación de los cultivos es ineficiente debido a que el patógeno dispone de una amplia gama de hospedantes y también a la actual falta de información concerniente a sus preferencias por ciertos hospedantes (Agrios, 1998).

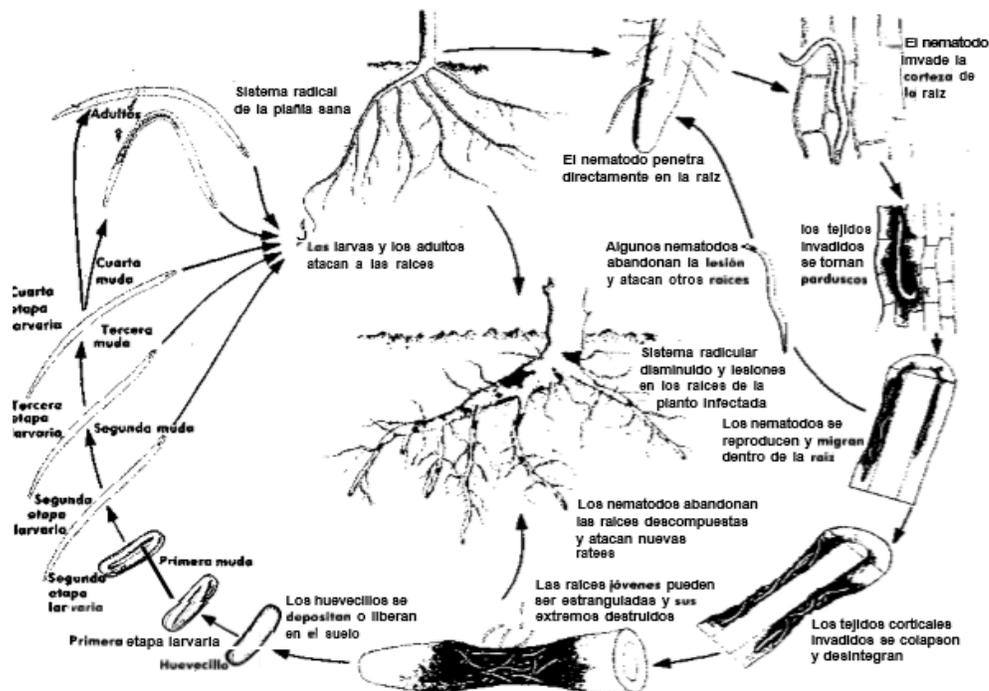


Figura 2. Ciclo de vida de *Pratylenchus* spp.

Fuente: (Agris, 1998).

2.2. Información de productos a evaluar.

2.2.1. Super Nema-kill®:

Es elaborado en base a una infusión de plantas de apazote (*Dysphania ambrosioides*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), chactinas, paraíso (*Melia azedarach*) y neem (*Azadirachta indica*), con propiedades nematocidas comprobadas, adicionándole fósforo ético, esencia de ajo (*Allium sativum*) centrifugado y fitohormonas (auxinas, citocininas y giberelinas naturales extraídas de la infusión), que ayudan en el crecimiento de las raíces y tallos, la emisión de nuevos raíces el desarrollo de flores, hojas y frutos, obteniéndose de estos un mayor peso (INAGRISA, 2013).

Es biodegradable y no daña el medio ambiente.

Composición química	p/v
Aceite esencial de Ajo.	6.67%
Preservante natural (usp)	10.98%
Ingredientes Inertes	<u>82.35%</u>
TOTAL	100.00%

Contiene: 176.50 gramos de ingrediente activo por litro de producto comercial.

Acción:

Nema-kill: es un producto de amplio espectro, actúa directamente contra los nemátodos por vía sistémica, eliminándolos por contacto e ingestión. Permanece en la planta protegiéndola por más tiempo que los nematicidas convencionales. Controla exitosamente a los géneros: *Pratylenchus*, *Helicotilenchus*, *Meloidogyne*, *Dorylaimus*, *Xiphimena*, *Mononchus* y un alto grado de *Rodopholus similis*. Se ha demostrado en laboratorio y en el campo que super nema-kill elimina hasta el 80% de nemátodos en la primera aplicación. Observándose también que los insectos del suelo se mantienen alejados de la rizosfera. Adicionalmente contribuye al desarrollo de la masa radicular en un 25%. Permite en consecuencia el desarrollo de los tallos más fuertes y frutos de mayor peso. También estimula la biosíntesis de fitoalexinas para incrementar la resistencia natural de la planta a los patógenos (INAGRISA, 2013).

Dosis y Aplicación

Cuadro 2: Dosis de aplicación de Nema-Kill

Forma de aplicación	Litros/Ha.	Frecuencia de aplicación.	Observaciones.
Tranqueado	3 – 4	10 a 15 días.	Debe estar húmedo. Hacer la primera aplicación al día de transplante. Aplicar 25 cc de solución por planta.
Inyectado	4 – 6	10 a 15 días.	En la última media hora de riego y lavado dependiendo de la distancia del bombeo. Hacer la primera aplicación al día del transplante.

Fuente: (INAGRISA, 2013).

Almácigos: 10 c.c. de solución / bolsas pequeñas.

Planta joven: 30 c.c. de solución / planta a suelo, o en

Planta adulta: 50 c.c. de solución / planta al suelo.

Nota: Dependiendo del cultivo se puede hacer de 3 a 4 aplicaciones cada 8 días (Por cualquier duda consulte al departamento de técnico de Insumos Agrícolas orgánicos del futuro, S.A. (INAGRISA); para planificación) (INAGRISA, 2013).

Metodología de aplicación y quipo:

Fitotoxicidad:

Aun excediendo moderadamente las dosis no debe presentarse síntomas de fitotoxicidad.

Compatibilidad:

Se puede aplicar con fertilizantes solubles.

Incompatibilidad:

No combinar nitrato de calcio ni productos químicos.

Precauciones:

- ✓ No es un producto toxico.
- ✓ Agítese antes de usar y de extraer las dosis.
- ✓ De preferencia utilice agua con Ph neutro y que no sean pesadas.
- ✓ Observe que el equipo de aplicaciones este limpio y libre de residuos químicos antes de verter el producto;
- ✓ Se recomienda lavarse las manos y la cara con abundante agua y jabón después de cada aplicación.

Beneficios:

- ✓ No es un producto toxico.
- ✓ No presenta efectos residuales.
- ✓ Seguro de utilizar sin riesgos de envenenamiento.
- ✓ No requiere de protección especial para su aplicación (INAGRISA, 2013).

2.2.2. Paecilovista

Es un nematicida biológico formulado con base en el hongo *Paecilomyces lilacinus*, agente biológico aislado de cepas seleccionadas para el control de plagas de diversas especies vegetales. Es un hongo que parasita huevos y adultos de nemátodos causándole la muerte, ayudando a proteger el sistema radicular de las plantas (Volcanes, 2017).

Modo de acción

Paecilomyces lilacinus produce toxinas que reducen sensiblemente la eclosión, deformando y afectando el sistema nervioso de varias especies de nemátodos fitoparásitos en estado larvario y adulto (Volcanes, 2017)

Contenido

Contiene un mínimo de 5×10^{12} Conidias de *Paecilomyces lilacinus* por litro de producto comercial (Volcanes, 2017).

Forma de aplicación y dosificación

Vierta la dosis de 1 Litro en un recipiente con agua limpia (20 litros) posteriormente con la pre mezcla agregarla en 200 litros para 1 manzana se puede aplicar al suelo por: sistema de riego, fertilización, drech. Foliares por: bombas de motor o mochila y aplicaciones aéreas. Tratamiento de semillas asperjarlo sobre la semilla a sembrar (Volcanes, 2017).

Recomendaciones de uso

Paecilomyces lilacinus es compatible con algunos de los plaguicidas de uso común y bactericidas. Evite mezclarlo con fungicidas o con productos de reacción alcalina. No mezcle *Paecilomyces lilacinus* con fungicidas. Alterne las aplicaciones con intervalos de cuatro días antes o después de aplicar fungicidas (Volcanes, 2017).

Toxicidad

Paecilomyces lilacinus es seguro a la salud humana, mamíferos, aves, reptiles, peces y plantas (Volcanes, 2017).

Almacenamiento

Almacénelo y traspórtelo en su empaque original, bien etiquetado, separado de los herbicidas, ropa y alimentos. Almacénelo en un lugar ventilado y seco, alejado del calor y del sol directo (Volcanes, 2017).

Recomendación de uso.

Cultivo

Zanahoria

Tomate

Nombre científico

Daucus carota

Lycopersicon sculentum

Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Ejote	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Esparrago	<i>Asparagus officinalis</i>
Sandia	<i>Citrus lannatus</i>

2.2.3. Nemaplus®

Es un producto derivado de aminoácidos, específicamente del extracto de gluten y saponinas. Son aptos para consumo humano, aceptados por la FDA. Una fracción derivada de las saponinas, produce efectos tóxicos a los nemátodos por acción directa, afectando el sistema neurotransmisor, que actúan básicamente a nivel del aparato digestivo, por lo tanto, el nemátodo, no se alimenta, no se reproduce, llegando a morir durante el periodo de exposición (INVETISA, 2013).

El NEMAPLUS actúa también como estimulante de enraizamiento, de tal manera que protege la planta favoreciendo su desarrollo. No es residual y no se acumula en el suelo ni en el medio ambiente, ideal para el manejo de cultivos orgánicos, es decir es completamente seguro para la salud humana (INVETISA, 2013).

Composición

Extracto de Gluten..... 50%

Saponinas..... 50%

Propiedades físicas y químicas.

Es un líquido marrón claro, la solubilidad total en agua de pH 4,5 – 5,5.

En su composición se encuentra el extracto de gluten 50% y extracto de quillaja 50% (INVETISA, 2013).

Modo de aplicación y dosis

Las recomendaciones de nemaplus indican no mezclarlo con otros productos para poder observar su acción en forma directa. Para la aplicación en el campo se debe disolver de 2 a 5 ml/l y se la realiza por goteo (INVETISA, 2013).

Modo de acción

Bioestimulante promotor de enraizamiento. Es un derivado de aminoácidos extraído del gluten del maíz, además posee saponinas extraídas de la quillaja saponaria, lo que produce un efecto tóxico por acción directa, afectando el sistema neurotransmisor y en el aparato digestivo de los nemátodos, por lo que el nemátodo no se alimenta ni se reproduce (INVETISA, 2013).

Ventajas

Es un producto relativamente barato. Su mayor importancia radica en que no produce contaminación en el ambiente. No es tóxico para los trabajadores que lo aplican (INVETISA, 2013).

2.2.4. Biomax B1®

Es un producto a base de microorganismos benéficos y sustancias minerales oxidantes los cuales realizan un control integral efectivo sobre las especies de nemátodos más comunes (*Pratylenchus* spp, *Meloidogyne* spp, *Heterodeara* spp y *Globodera* spp. *Tylenchus* sp, *Apelenchus* sp, *Helicotylenchus* sp) que afectan los cultivos tropicales (ENLASA, 2010).

Adicionalmente, los microorganismos benéficos y minerales presentes realizan un mejoramiento integral de las condiciones físico, químicas y biológicas en el suelo (ENLASA, 2010).

Además Biomax® B1 lleva Sílice que contribuye a mejorar las paredes de la raíz haciendo cristales de vidrio y consecuentemente contribuye a realizar un control indirecto y preventivo sobre las infecciones de las plagas en el suelo (ENLASA, 2010).

Los microorganismos presentes en Biomax® B1 actúan parasitando los huevos, y hembras de los nemátodos causando destrucción de los ovarios y reducción de la eclosión. Además producen toxinas que afectan el sistema nervioso y causan deformaciones en el estilete de los nemátodos que sobreviven, lo que reduce significativamente el daño (ENLASA, 2010).

Composición química

Elemento	p/p
Nitrógeno (N)	0.10%
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.02%
Potasio (K ₂ O)	0.50%
Microorganismos benéficos (<i>Paecylomices sp</i> , <i>Pausteria sp</i>)	5.00%
Silicio (SiO ₂)	10.00%
Magnesio (MgO)	10.00%
Calcio (CaO)	10.00%
Ácidos húmicos	1.00%

Dosis: se recomienda aplicar 7 sacos de 25Kg por manzana (175 Kg/ manzana lo que equivale a 250 Kg/ hectárea) siempre consultar a un asesor técnico para que le recomiende la dosis adecuada según análisis de población de nemátodos (ENLASA, 2010).

Método de aplicación: Se dispone de 3 formulaciones: Polvo espolvoreable, granulado y polvo soluble. Se puede aplicar directamente al suelo, mezclado con el fertilizante o mediante el equipo de riego que disponga la finca o Empresa. Se aplica con el equipo de aspersión que disponga la empresa. Para ello se vierte el contenido del recipiente de Biomax B1® al tonel o tanque de mezcla y se aplica directo al medio a tratar (ENLASA, 2010).

2.2.5. Vydate 24 SL

Este producto (Dupont, 1998) tiene las siguientes características.

Descripción: Insecticida, Nematicida-Carbamato. Oxamil. Producto Altamente tóxico, de acción sistémica y de contacto para uso agrícola, cuando se aplica al suelo y al follaje para el control de nemátodos, para los insectos actúa por contacto, con efecto moderado residual. No es volátil (Dupont, 1998).

Acción: Es un insecticida-nematicida perteneciente al grupo de los carbamatos, puede usarse como tratamiento al suelo. Tratamiento para inmersión de bulbos, tallos y raíces. También puede utilizarse en aplicaciones foliares, sólo o como complemento de tratamiento de suelo. Debe existir condiciones de humedad para asegurar el movimiento del producto en el suelo a las áreas de crecimiento de las raíces. Se recomienda su rotación con nematicidas de grupo químico diferente, controla los géneros: *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp (Dupont, 1998).

Dosis y aplicación

Semillero 1 litro de producto/200 litros de agua.

Campo definitivo 3 – 4 litros/ha.

Beneficios:

No es Fitotóxico en las dosis recomendadas.

Toxicidad: Es altamente tóxico (identificado con franja color rojo).

Testigo absoluto: en el testigo absoluto no se realizó aplicación de ningún tipo de producto orgánico para el control de los nemátodos.

2.3. Antecedentes

Según Medina, (2005) citado por Pantaleón (2008), Guatemala es un país con condiciones agroclimáticas ideales para el cultivo de tabaco tipo Burley. Actualmente se cultivan alrededor de 4,200 hectáreas en el país, de las cuales 3,600 hectáreas fueron cultivadas en la costa sur y 600 hectáreas en el oriente del país.

Existen ventajas comparativas en Guatemala que favorecen el crecimiento de las áreas de producción y comercialización del cultivo de tabaco tipo Burley, entre las cuales se pueden mencionar: diversidad agroecológica, bajos costos de mano de obra, notables habilidades de los productores y proximidad al principal mercado, Estados Unidos (Pantaleón, 2008).

Según el Instituto Nacional de Estadística (2004), citado por Pantaleón (2008), durante el año agrícola 2002/2003 se cultivaron 2,454 hectáreas obteniéndose una producción de 5,418.24, con un rendimiento de 2.207 toneladas métricas/hectárea. Las áreas de producción se localizan en los departamentos de San Marcos, Escuintla, Suchitepéquez, Zacapa y Retalhuleu principalmente.

2.3.1. Distribución de los nemátodos en el suelo.

Una vez que los nemátodos están bastante cerca de las raíces de la planta, son atraídos hacia ellas por ciertos factores químicos asociados con el crecimiento de la raíz, en particular el bióxido de carbono y algunos aminoácidos. Estas sustancias químicas pueden difundirse y desencadenar un efecto de atracción sobre los nemátodos localizados a varios centímetros de la raíz. En general, los nemátodos son atraídos hacia las raíces de plantas tanto hospedantes como no hospedantes, aunque existen algunos casos en los que son atraídos con más frecuencia hacia las raíces de las plantas hospedantes (Agrios, 1998).

2.3.2. Nemátodos que causan daños al tabaco

El cultivo tiene el inconveniente del ataque de nemátodos, causando daños en el sistema radicular, el cual se manifiesta por nodulaciones fuertes, escasez de raíces secundarias y clorosis bien marcada en la parte aérea de la planta (Velásquez, 2000). Según Mayol y Bergeson (1970) citado por (Velásquez, 2000) concluyeron que la pérdida de peso de la hoja de tabaco por mecanismos normales era del 25% mientras que en presencia de bacterias, hongos y nemátodos la pérdida de peso puede alcanzar hasta un 75%.

Entre los nemátodos que atacan esta solanaceae en Guatemala tenemos: *Meloidogyne* spp, *Pratylenchus* spp, *Criconomella* spp, *Tylenchus* spp, *Dorylaimus* spp y *Rhabditis* spp.

2.3.3. Síntomas Ocasionados por el ataque de Nemátodos

Según (Smart, 1967), citado por (Velásquez, 2000) Los síntomas del daño provocado por nemátodos pueden ser variables y dependen de la naturaleza del parásito, del tipo y edad de la planta hospedera, de los tejidos afectados y de las condiciones generales del crecimiento.

Los nemátodos producen daños mecánicos con sus estiletes; algunos secretan pectinasas que destruyen las células vegetales, necrosis y otros cambios se pueden producir por acción del fluido salival. Los síntomas desarrollados en la parte aérea de la planta como resultado de un ataque al sistema radicular son a menudo similares aquellas que se presentan como consecuencia de una alteración de las raíces, o del normal abastecimiento de nutrimentos específicos.

Generalmente los síntomas son más agudos si las plantas están previamente afectadas por condiciones adversas o por ataques de otros patógenos. Las plantas que crecen bajo condiciones óptimas pueden soportar un extenso ataque de nemátodos en sus raíces, sin mostrar en su parte aérea daño alguno.

2.3.4. Importancia Económica de los Nemátodos Fitoparásitos

Solos o asociados con otros patógenos los nemátodos fitoparásitos pueden ser muy destructores. Las especies de los géneros *Meloidogyne* spp, *Heterodera* spp y *Pratylenchus* spp dañan los cultivos en muchas partes del mundo, afectando varios cientos de plantas económicamente importantes. Disminuyen el rendimiento de las plantas. En USA, disminuyen en 10% los rendimientos de las cosechas. En los climas tropicales el daño de los nemátodos es más fuerte. En Guatemala el género *Meloidogyne* spp provoca daños en tabaco, melón y cucurbitáceas hasta del 40% (Velásquez, 2000).

Según Smart, (1967) citado por Velásquez, (2000) El daño está influido por el poco conocimiento sobre los nemátodos. En Guatemala, el estudio de los nemátodos comenzó en los años 70 y se le ha dado más énfasis en las últimas décadas. Para los agricultores el estudio de los nemátodos es importante porque reduce los rendimientos, la calidad y aumentan los costos de producción.

2.3.5. Investigaciones realizadas sobre el control de nemátodos.

a) *Paecilomyces lilacinus*

Según Acosta N, Betancourt C, Lara J, Rodríguez R, Vicente N, (1996) citado por (López, 2015) Algunos hongos oportunistas con capacidad de degradar quitina (quitinolisis) están asociados con el parasitismo de huevos de nemátodos, la quitinolisis no es el único proceso utilizado por los hongos al parasitar huevos de nemátodos. Entre las especies de hongos asociados a huevos de nemátodos, *Paecilomyces lilacinus* tiene gran potencial para el control biológico del nemátodo nodulador, *Meloidogyne* spp. Encontraron en raíces de papas huevos de *Meloidogyne* estudios posteriores demostraron que este hongo infecta constantemente huevos del nemátodo y ocasionalmente ataca hembras, también es efectivo en estado juvenil (J2) de especies de *Meloidogyne*.

b) *Pasteuria* spp

Según Scielo (2010) citado por (López, 2015) Los miembros del grupo *Pasteuria* son bacterias formadoras de micelio y endosporas, parásitas u obligadas de nemátodos. Se caracteriza por ser parásitos obligados de fitonemátodos y poseer potencialidades como agentes de control biológico. Este organismo puede proporcionar un control efectivo de nemátodos parásitos de plantas.

Un dato interesante es que el T3 (aplicación de Nemix 3 a los 15 y 30 días después del transplante) utilizado en la primera localidad, aunque ocupa un cuarto lugar en el control

de nemátodos, se coloca en tercer lugar en el rendimiento obtenido, esto en relación con los otros tratamientos. Esto se debe a que Nemix 3, que es un producto orgánico, posee fitohormonas que ayudan en el crecimiento de las raíces y tallos, también en la emisión de nuevas raíces, recuperando las raíces afectadas por los nemátodos, beneficiando al cultivo en el peso de las hojas de tabaco (Orellana, 2004).

c) Saponinas

Las saponinas tienen varias actividades biológicas y se utilizan en agentes empleados como fungicidas, insecticidas, agentes contra el cáncer, cosméticos, conservantes de alimentos y fertilizantes con efectos insecticidas y reforzadores del crecimiento.

En un estudio doble ciego se comprobó la actividad de concentraciones de saponina, con o sin aldehído cinámico, contra el nemátodo de la raíz, *Meloidigyne javanica*. Los nemátodos se pusieron en contacto directo con la formulación y, en intervalos de 24 horas, se evaluó la mortalidad tanto visualmente como tomando muestras. Los *Meloidigyne javanica* se produjeron utilizando hidroponía. Los nemátodos se recogieron y utilizaron en el espacio de 24 horas (W. & Crandall, 2000).

En la cosecha del año 2012 – 2013 la empresa realizó una investigación la cual consistió en la evaluación de dos nematicidas, Super NemaKill y Vydate 24 SL (Oxamil) aplicado en diferentes dosis y frecuencias en el cultivo de tabaco, realizado en Aldea Quebrada Honda, municipio de Cabañas, Zacapa, dando como resultado que el mejor tratamiento en cuanto a control fue aplicar Vydate 24 SL (Oxamil) más Super NemaKill en dosis de 1.5 y 3 litros respectivamente en dos aplicaciones. (Portillo, 2013)

En base a las investigaciones que la empresa realiza internamente se determina que el tratamiento se utilizará en la siguiente cosecha para el control de nemátodos. En la actualidad en la Zona productora de la costa, del departamento de San Marcos se tiene problema con terrenos que presentan un alto grado de infestación de nemátodos produciendo pérdidas en el rendimiento y mala calidad de las hojas de tabaco para su exportación. (Posadas, 2013).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema y justificación del trabajo

Según Medina, (2005) citado por Pantaleón (2008), Guatemala es un país con condiciones agroclimáticas ideales para el cultivo de tabaco tipo Burley. Actualmente se cultivan alrededor de 4,200 hectáreas en el país, de las cuales 3,600 hectáreas fueron cultivadas en la costa sur y 600 hectáreas en el oriente del país.

El estudio demostró que el cultivo y la manufactura de productos de tabaco es de importancia crítica para la economía de nuestro país y es una de las pocas actividades agrícolas que ha continuado siendo prospera, inclusive durante la crisis económica mundial, explicó el licenciado Santiago Velasco Gerente de Asuntos Corporativos de BAT Centro América (Castellanos, 2013).

En el último quinquenio. Las exportaciones de Guatemala también se vieron positivamente impactadas por el sector, logrando un volumen de exportación de US\$347,645,800 millones de dólares, incluyendo la exportación de la planta del tabaco y de los productos derivados de ella y que son manufacturados en el país (Castellanos, 2013).

Los nemátodos principalmente de los géneros *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp; son los que al no ser controlados adecuadamente provocan daños en las raíces, causando problemas nutricionales, fisiológicos, permitiendo el ingreso de nuevos organismos patógenos (Virus, hongos, bacterias), y muerte de plantas; disminuyendo el rendimiento causando graves pérdidas económicas tanto para agricultores como a empresas productoras.

Uno de los principales problemas fitosanitarios que más afecta a las plantaciones de tabaco en la zona de la Costa Marquense son los nemátodos, principalmente los géneros *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp que son los que presentan importancia económica para dicho cultivo. (Posadas, 2013).

La empresa ha reportado pérdidas hasta de 40% en las cosechas causado por daño de nemátodos y de enfermedades que afectan el sistema radicular de las plantas y provocan daños fisiológicos y hasta la muerte de las plantas (Posadas, 2013).

Pero en la actualidad la empresa tiene problemas para el control de los nemátodos ya que no pueden hacer uso de todos los nematicidas disponibles en el mercado, ya que han sido restringidos para el uso en este cultivo, permitiendo solo el uso de Vydate 24 SL (Oxamil) por el momento, pero no pueden aplicarlo muchas veces para evitar el residuo químico en las hojas de tabaco (Posadas, 2013).

Los productos químicos presentes en el mercado no pueden utilizarse por su alta toxicidad, y por su efecto residual y daño al medio ambiente, por lo cual el control de nemátodos en el cultivo de tabaco se complica cada vez más, y hay que buscar nuevas alternativas (Posadas, 2013).

Debido a lo anterior la empresa Casa Export Limited Guatemala, decidió realizar la investigación, en busca de nuevas alternativas para poder sustituir la eficiencia de los productos químicos que en su momento utilizó, para el control de nemátodos, y poder producir hojas de tabaco de mejor calidad sin residuos de productos químicos para su exportación y cumplir con los estándares de exportación.

Es por ello que se realizó la evaluación de la efectividad de cuatro nematicidas como alternativa para el control de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp del suelo en el cultivo de tabaco tipo burley en Aldea Zanjón San Lorenzo, Ayutla, San Marcos.

Para el efecto se utilizó un Nematicida biológico a base del hongo *Paecilomyces lilacinus*, Super Nema-kill® (elaborado en base a una infusión de plantas de apazote, Tabaco, Chactinas, Paraíso y Neem). Y Nemaplus® (Es un producto derivado de aminoácidos, específicamente del Extracto de Gluten y Saponinas). Biomax B1® (Producto orgánico: contiene microorganismos benéficos; *Paecilomyces lilacinus* y *pausteria* sp).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- a) Evaluación de la efectividad de cuatro nematicidas como alternativa para el control de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en el cultivo de tabaco tipo burley en Aldea Zanjón San Lorenzo, Ayutla San Marcos.

4.2 Objetivos específicos

- a) Cuantificar la efectividad de los tratamientos para el control de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en el cultivo de tabaco.
- b) Determinar y evaluar el rendimiento (en kilogramos por hectárea) que se obtiene en cada uno de los tratamientos.
- c) Realizar un análisis financiero de los tratamientos, para determinar la rentabilidad en base a la relación costo-beneficio.

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alterna

Al menos alguno de los nematicidas mostrará diferencia estadística significativa en el control de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en el cultivo de tabaco tipo burley.

VI. METODOLOGÍA

6.1. Localización del trabajo

La evaluación se realizó en aldea Zanjón San Lorenzo, Ayutla, San Marcos, localizada en las siguientes coordenadas latitud 14°46'04.61" N y longitud 92°06'12.58" O.

6.1.1. Clima:

De acuerdo a la clasificación del clima de Thornthwaite el municipio de Ayutla presenta un clima cálido la temperatura media anual es de 15 °C, con variaciones de 10 a 24.2°C y más de 128 días de calor. La precipitación pluvial promedio es de 1217 mm con máximas de 4183.mm y 64 a 127 días de lluvia, Gestión integrada del recurso hídrico (ESPREDE - CATIE, 2007).

Según el proyecto MAGA-ESPREDE-CATIE (2007), en el municipio de Ayutla existen los siguientes cuerpos de agua: 6 ríos y 17 quebradas y las microcuencas de los siguientes ríos Suchiate, Cabúz, Meléndrez, Gramal, Mico, Mota, Tocá y Naranjo, lo que favorece a los cultivos y la humedad generada refresca en parte el clima cálido de la región.

6.1.2. Zona de vida:

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Guatemala el municipio de Ayutla, San Marcos se encuentra en la clasificación de Bosque húmedo subtropical (cálido) (ESPREDE - CATIE, 2007).

6.1.3. Suelos

Los suelos se encuentran en los Suelos del Litoral del Pacífico, y pertenecen a la serie de Suelos Tiquisate, franco arenoso, que se han desarrollado sobre los depósitos arenosos aluviales o marinos. Son porosos y fácilmente penetrados por las raíces, el agua y aire, y pueden ser cultivados con éxito si se proveen de riego y desagüe se aumenta y mantiene el nivel de materia orgánica. Ocupan relieves casi planos en el litoral pacífico a elevaciones menores de 120 metros sobre el nivel del mar. (Simmons, Tarano, & Pinto, 1959).

6.1.4. Material experimental

La variedad de tabaco tipo burley que se utilizó en la investigación fue 812G.

Los productos nematicidas Super Nema-kill, Paecilovista, Nemaplus, Biomax B1 y Vydate 24 SL.

6.1.5. Factores a estudiar

El factor a estudiar fueron los diferentes productos orgánicos en la efectividad que puedan presentar para el control de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L, solanaceae) tipo burley.

6.1.6. Descripción de los tratamientos

Cuadro 3: Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS
T1	Super Nema-kill	3 L / ha.
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	1 Kg / ha.
T3	Nemaplus	3 L / ha.
T4	Biomax B1	250 kg / ha.
T5	Vydate 24 SL(Oxamil)	4 L / ha.
T6	Testigo Absoluto	

Fuente: Elaboración propia.

6.1.7. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

6.1.8. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Efecto de los tratamientos a utilizar.

U= Media general de los tratamientos

Ti= Efecto del i-esimo tratamiento.

Bj= Efecto del j-esimo bloque.

Eij= Error experimental asociado al i-j- esima unidad experimental.

6.1.9. Unidad experimental

La unidad experimental tuvo las siguientes medidas: 4 m de ancho por 6 m de largo, haciendo un total de 24 m², con cuatro surcos y un distanciamiento entre plantas de 35.56 centímetros y entre surcos de 96.52 centímetros, cada surco contenía 16 plantas haciendo un total de 64 plantas por unidad experimental, para la investigación se utilizaron 24 unidades experimentales, la parcela neta tuvo un área de 7.72 m².

6.1.10. Croquis de campo



Repetición I					
T4	T2	T3	T1	T6	T5
Repetición II					
T3	T4	T5	T6	T1	T2
Repetición III					
T5	T6	T1	T2	T3	T4
Repetición IV					
T6	T1	T2	T3	T4	T5

6.1.11. Manejo del experimento

a. Preparación del terreno

La primera labor que se realizó es el arado, utilizando arados de discos a una profundidad de 0.50 mts. La segunda labor constituyó el paso de rastra para romper terrones, dando al suelo la textura adecuada.

Finalmente se pasó la surqueadora, formando los camellones de siembra a una altura de 0.25 mts. Y un distanciamiento entre camellones de 1.016 mts.

b. Muestreo del suelo

Para la muestra al suelo (se realizó 2 días antes del trasplante), se tomó 1 muestra por el área que se utilizó para realizar dicha investigación, se tomaron 5 sub- muestras que se mezclaron para obtener la muestra representativa. Se hicieron agujeros de 12x12x50 cms. Para tomar las sub-muestras, se tomó una libra de suelo como muestra representativa y se colocó en una bolsa de nylon, se identificó y se entregó al laboratorio O&M para su análisis. Para los cual se utilizó el método centrifugado y tamizado (Orellana, 2004).

Para los análisis de suelos de las unidades experimentales se realizó de la siguiente manera se hicieron muestreos a los 25, 50 y 75 ddt, tomando dos sub- muestras siguiendo el patrón de zig-zag en los dos surcos donde se obtuvo la muestra representativa para el análisis, se hicieron agujeros de 12 x 12 x 50 cms para el muestreo, se colocó la libra de suelo en bolsas nylon, se identificó y se trasladó al laboratorio O&M para aislarse los nemátodos mediante el método centrifugado y tamizado.

c. Trasplante

Se utilizaron pilones de tabaco tipo burley de la variedad 812G, producida bajo el sistema Floting (bandejas flotantes). Producidos por los cosecheros.

El espaciamiento entre planta fue de 35.56 cms, se hizo un agujero con “chuzo” donde se colocó el pilón, se apisono la tierra adecuadamente para evitar que las hojas quedaran enterradas.

d. Resiembra

Se realizó a los cinco días después del trasplante evaluando en el campo el porcentaje de plántulas pérdidas para reponerlas de inmediato.

e. Aplicación de los tratamientos

Para aplicar los tratamientos se realizó las respectivas soluciones de cada tratamiento, la primera aplicación se realizó a los 15 ddt, la segunda a los 30 ddt, y la tercera a los 45 ddt, haciendo las aplicaciones tronqueadas (al pie del tallo de las plantas), aplicando 25cc de solución por planta.

f. Riego

Se utilizó el método de riego por gravedad, colocando tubos de PVC para transportar el agua de la toma de agua del riego (utilizando bomba) hacia la parcela. Se efectuó aproximadamente un riego por semana cuando las plantas tenían 1 a 15 días después del trasplante. Posteriormente se realizaron riegos con un intervalo de 15 días hasta alcanzar la madurez fisiológica de las plantas.

g. Control de malezas

El desmalezado se realizó a los 12 días después del trasplante, en forma manual con azadones.

h. Aporque

Esta es una labor que consistió en aplicar una cobertura de tierra al tronco de la planta creando un ambiente más propicio para el desarrollo de las plantas y también favoreciendo la humedad y la mejor absorción de nutrimentos; además de realizar control extra de malezas y elevar el lomillo de siembra, favoreciendo el drenaje. Se hizo

a los 25 días después del trasplante, juntamente con el desmalezado, utilizando azadones.

i. Capado

Consistió en la eliminación del meristemo apical. Esta provoca los cambios fisiológicos en la planta para que se inicie el proceso de maduración de la hoja, alargamiento y engrosamiento de la misma (Chaverri, 1995). Se efectuó a los 60 ddt eliminando las hojas del meristemo apical.

j. Deshije

Consistió en la eliminación de los brotes laterales que crecen profusamente después de la capa como un efecto inmediato de la pérdida de la dominancia apical. Estos brotes (hijos) se eliminarán cuanto antes (en su aparición) para evitar que compitan con la hoja, por el agua, la luz, los nutrientes y en la fotosíntesis. Se realizó el primer deshije a los 2 días después del capado, y posteriormente uno por semana durante tres semanas.

k. Control Fitosanitario

Se aplicaron insecticidas y funguicidas dependiendo de las incidencias de plagas y enfermedades existentes.

l. Fertilización

Se efectuaron 3 fertilizaciones: en las siguientes fechas:

- **Primera:** 2 día después de la siembra 11.5 quintales por hectárea, se realizó con una macana a una distancia de 5 cms de la planta, de una forma enterrada.
- **Segunda:** 20 días después de la siembra, 14.5 quintales por hectárea, se realizó con una macana a una distancia de 5 cms de la planta, de una forma enterrada.
- **Tercera:** 35 días después de la siembra, 6 quintales por hectárea, se realizó distribuyendo el fertilizante de una manera uniforme entre un surco y el otro.

m. Corte del tabaco de las unidades experimentales.

Se realizó a los 30 días después de realizada la capa, tomando en cuenta el punto de madurez de la planta, el cual se nota a través de su coloración amarillenta, quemado del ápice de la hoja, y textura rugosa de la hoja.

6.1.12. Variables de respuesta

- **Población de nemátodos en muestras de suelo.**

Se tomó una muestra en el área de la investigación para poder determinar la presencia de la población de los nemátodos presentes, después de la aplicación de los tratamientos se realizaron muestreos al suelo a los 25, 50 y 75 días después del trasplante el conteo de los nemátodos para lo cual se efectuaron cuatro muestreos al suelo.

Las muestras que se recolectaron en las unidades experimentales se hicieron en los dos surcos siguiendo un patrón de zig-zag para obtener una muestra compuesta de suelo.

El primero: Antes del transplante (al suelo).

El segundo: 25 días después del trasplante.

El tercero: 50 días después del trasplante.

El cuarto: 75 días después del trasplante.

Las muestras se procesaron en el laboratorio O&M. De cada muestra compuesta y homogenizada se tomaron 200 cc y se procesaron por el método de tamizado de Cobb y centrifugado. Los nemátodos colectados en los tamices de 200 325 y 500 mallas se observaron bajo microscopio para su conteo e identificación. Se reportaron las poblaciones de cada uno de los principales géneros de nemátodos fitopatógenos.

- **Población de nemátodos en muestras de raíz**

Las muestras por unidades experimentales se realizaron a los 25, 50 y 75 ddt. En cada parcela se muestrearán raíces de 5 plantas de los surcos siguiendo un patrón de zig-zag para obtener una muestra compuesta de 450 g de raíces. Estas muestras también fueron procesadas en el laboratorio O&M, de las cuales se tomaron 25 g para poder analizarlas se procesaron por el método de tamizado de Cobb y centrifugado macerando las raíces.

- **Índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp**

Se realizaron tres muestreos a los 25, 50 y 75 días después del trasplante, se tomaron de cada unidad experimental cinco plantas en zig-zag en los dos surcos. Las raíz de las plantas se lavaron para poder determinar el índice de severidad de agallamiento por nemátodos fitoparásitos de los géneros *Meloidogyne* spp de acuerdo a las escala propuesta por Little y Colinas que se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. Escala para la evaluación del índice de agallamiento causado por *Meloidogyne* spp.

Valor de la escala	% de infección	Descripción
0	Sin agallas	Sin agallas
1	1 - 10	Algunas agallas (diámetro de <5mm)
2	11 - 35	Algunas agallas (diámetro de >5mm)
3	36 - 65	Hasta el 50% de la raíz con agallas (diámetro de >5mm)
4	66 – 90	Más del 50% de la raíz con agallas (diámetro de >5mm)
5	91 – 100	Más del 90% de la raíz con agallas (diámetro de >5mm)

Fuente: (Little y Colinas)

- **Nivel de daño en raíces causado por *Pratylenchus* spp.**

Se realizaron tres muestreos a los 25, 50 y 75 días después del trasplante, se tomaron de cada unidad experimental cinco plantas en zig-zag en los dos surcos. Las raíces de las plantas se lavaron para poder determinar el nivel de daño causado por nemátodos fitoparásitos de los géneros *Pratylenchus* spp.

- **Estimación de lesiones en raíces de tabaco.**

Se seleccionaron al azar cinco raíces funcionales por muestra (planta). Cada raíz debió tener al menos 10cm de longitud. Cortar longitudinalmente cada raíz por la mitad y descartar una de las mitades. Estimar el daño de la otra mitad de la raíz de acuerdo con el porcentaje del cortex que muestra necrosis. Cada raíz contribuye un 20% al total de la muestra de forma que sumadas se obtiene el 100% para las 5 raíces. Así, si la mitad de la raíz muestra necrosis, indexarla como 10%. Si la raíz no muestra necrosis, indexarla como 0% (ver figura 4). Una vez realizado el indexaje de cada una de las 5 raíces, sumar los 5 índices para obtener el porcentaje total de necrosis de la muestra.

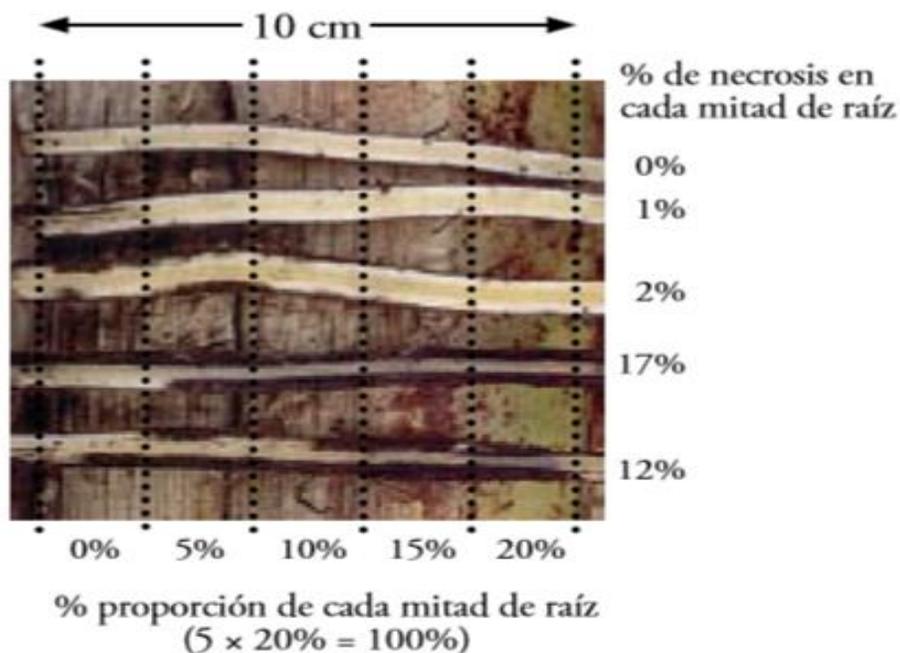


Figura 3. Escala para la evaluación del índice de daño causado por *Pratylenchus* spp.

- **Rendimiento.**

Se Utilizaron las plantas que quedaran en el área de muestreo de cada unidad experimental, se pesaron las hojas (en gramos) y se determinó el área que éstas ocupan (en m²) y después se hizo la conversión a kilogramos por hectárea. (Kg/Ha).

6.1.13. Análisis de la información.

- **Análisis estadístico**

A cada variable de respuesta se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En caso de encontrar significancia entre tratamientos se procedió a efectuar la prueba múltiple de medias de Tukey al 5%.

La eficiencia de los tratamientos se calculó mediante la fórmula de Abbott.

$$\% \text{ de Eficacia} = (TA - TR/TA) \times 100$$

Donde:

TA: Población de nemátodos en suelo/raíces en el testigo.

TR: Población de nemátodos en los tratamientos suelo/raíces.

- **Análisis económico**

Se realizó un análisis de la relación beneficio-costos de cada uno de los tratamientos, tomando como base el costo e ingreso al cultivar una hectárea de terreno, para conocer la rentabilidad obtenida de los mismos.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Nemátodos en muestras de suelo del género *Meloidogyne* spp

Se tomaron muestras de suelos para determinar la cantidad de nemátodos presentes, se realizaron los análisis en muestras de 200 cc utilizando el método de Cobb y centrifugado.

Los datos de los cuadros 13,15 y 17 (ver anexos) contienen los resultados del conteo de nemátodos de género *Meloidogyne* spp presentes en el suelo, a los cuales se procedió a realizarles el análisis de varianza para saber si hay diferencia estadística.

Cuadro 5: Análisis de varianza general para para población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestra de suelo.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	24.00	A	37.75	A	36.50	A
T2	20.00	A	35.50	A	35.00	A
T3	40.00	B	82.00	B	56.50	B
T4	40.00	B	49.00	A	44.25	A
T5	49.00	B	86.00	B	60.00	B
T6	65.00	C	114.00	C	90.50	C
P-valor	<0.0001		<0.0001		<0.0001	
C.V.	15.94%		10.43%		9.84%	
F_c	27.21		80.35		60.95	

En el análisis de varianza general se muestra que si hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias para determinar cuál fue el mejor tratamiento en la investigación.

Como se puede observar en el cuadro anterior los tratamientos que presentaron mejor control de la población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp es el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* que presento mejores medias de 20.00, 35.50 y 35.00 de

nemátodos en muestra de 200 grs de suelo, y en el análisis de prueba múltiple de medias bajo el criterio de Tukey al 5% es el mejor tratamiento para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp.

El tratamiento uno Súper Nema-Kill que presento medias de 24.00, 37.75 y 36.50 nemátodos en muestra de 200 grs de suelo, es la segunda mejor opción para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp al realizar la prueba de múltiple de medias se representa con las misma literal que el tratamiento dos siendo estadísticamente iguales siendo las mejores opciones para el control de los nematos del género *Meloidogyne* spp.

El tratamiento cuatro Biomax B1 es superior estadísticamente al resto de los tratamientos evaluados ya que se representa con literales diferentes; mientras que el tratamiento tres Nemaplus y el tratamiento cinco Vydate 24 SL (Oxamil) son estadísticamente iguales.

7.2 Eficacia de los tratamientos.

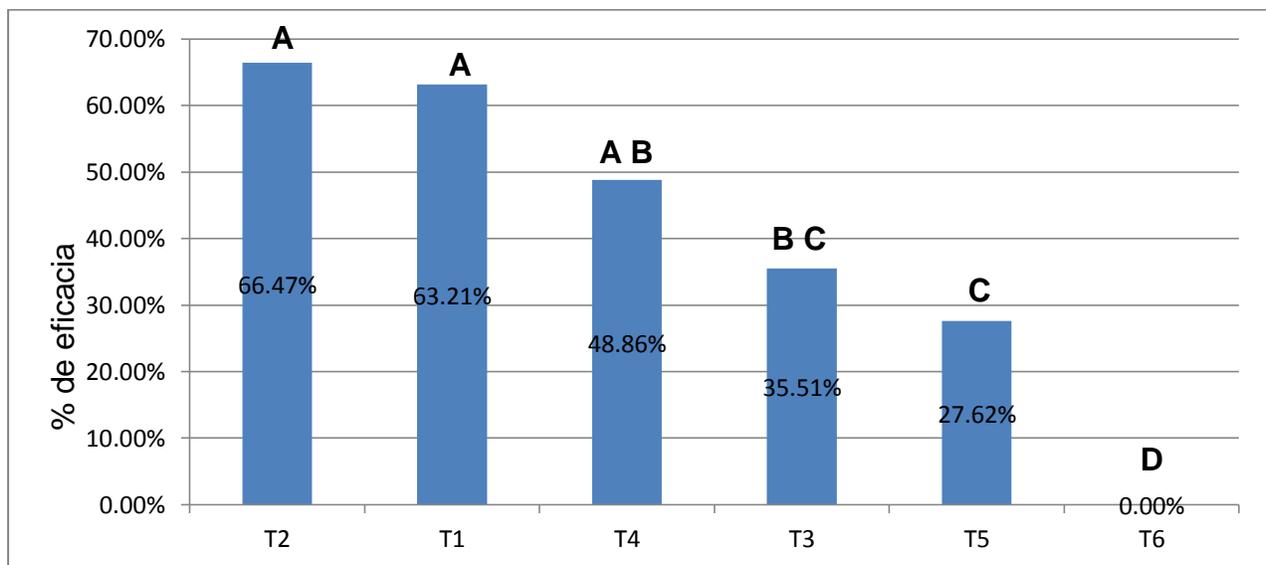


Figura 4: Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 200 cc de suelo.

En la gráfica 4 se presenta la eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos de género *Meloidogyne* spp en muestras de 200 cc de suelo, donde el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* es el mejor presentando un 66.47% de eficacia y el tratamiento uno Súper Nema-Kill presenta una eficacia de 63.21% siendo los mejores tratamiento en el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp.

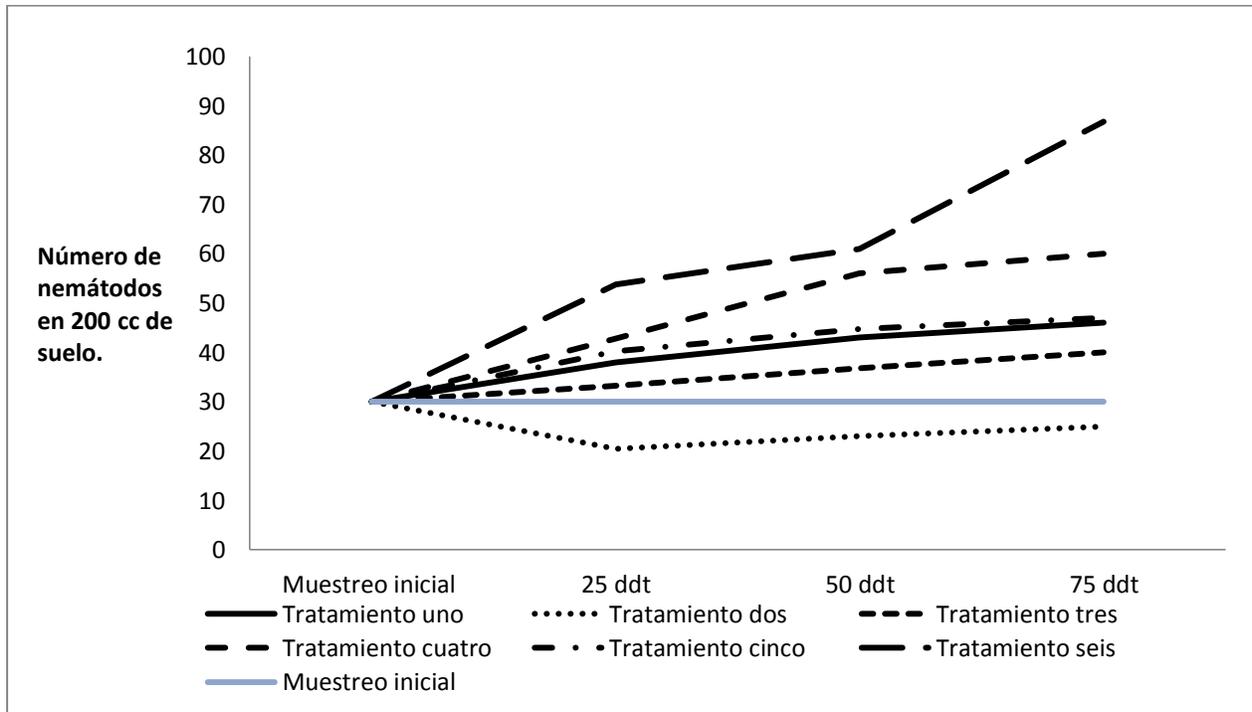


Figura 5. Población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp en los muestreos realizados en 200 cc de suelo durante el ciclo de la investigación.

7.3. Nemátodos en muestras de raíz del género *Meloidogyne* spp

Se realizaron pruebas de laboratorio para conocer la cantidad de nemátodos presentes en las raíces del tabaco. En los cuadros 19,21 y 23. (ver anexos) se presentan los datos sobre la cantidad de nemátodos presentes en las raíces del tabaco, estos análisis se realizaron en muestras de 25 grs de raíces.

Para conocer si existe diferencia estadística significativa de los tratamientos evaluados en el control de la población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de raíz, se procedió a realizar un análisis de varianza.

Cuadro 6: Análisis de varianza general para nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestra de raíz.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	38.00	B C	43.00	B	46.00	B
T2	20.50	A	23.00	A	25.00	A
T3	33.25	B	36.75	B	40.00	B
T4	42.75	C	56.00	C	60.00	C
T5	40.25	C	44.75	B	47.00	B
T6	53.75	D	61.00	C	86.75	D
P valor	<0.0001		<0.0001		<0.0001	
C.V.	7.40%		8.11%		10.89%	
F_c	60.86		58.10		57.39	

En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza general de los tratamientos evaluados en el control de la población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces donde todos los tratamientos presentan diferencia estadística; el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* presenta diferencia estadística significancia siendo el mejor tratamiento representándose con la literal A.

El tratamiento tres Nemaplus y el tratamiento uno Súper Nema-kill después de realizar la prueba múltiple de medias no presentan diferencia estadística significancia entre ellos siendo la segunda opción para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces.

7.4. Eficacia de los tratamientos para el control de *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces.

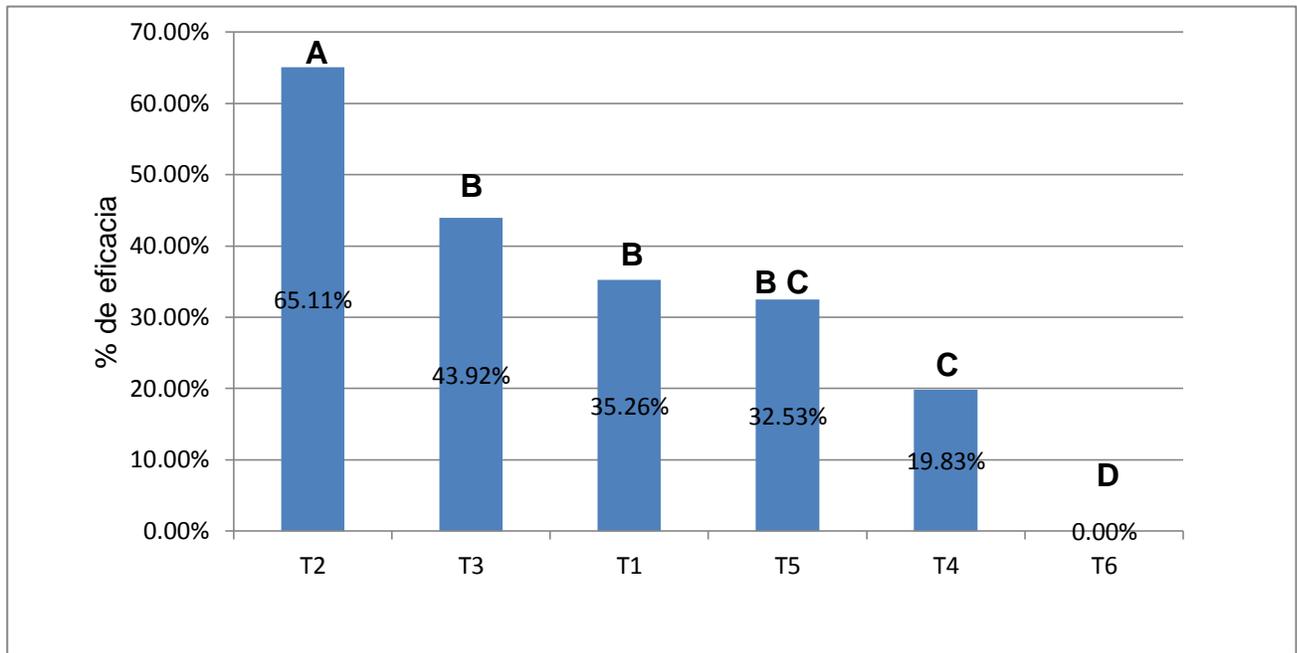


Figura 6: Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces.

En la gráfica 6 se presenta la eficacia de los tratamientos evaluados para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces, donde podemos observar que el mejor porcentaje de control lo presenta el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* con un 65.11%, el tratamiento tres Nemaplus presenta un 43.92% de eficacia en el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de 25 grs de raíces.

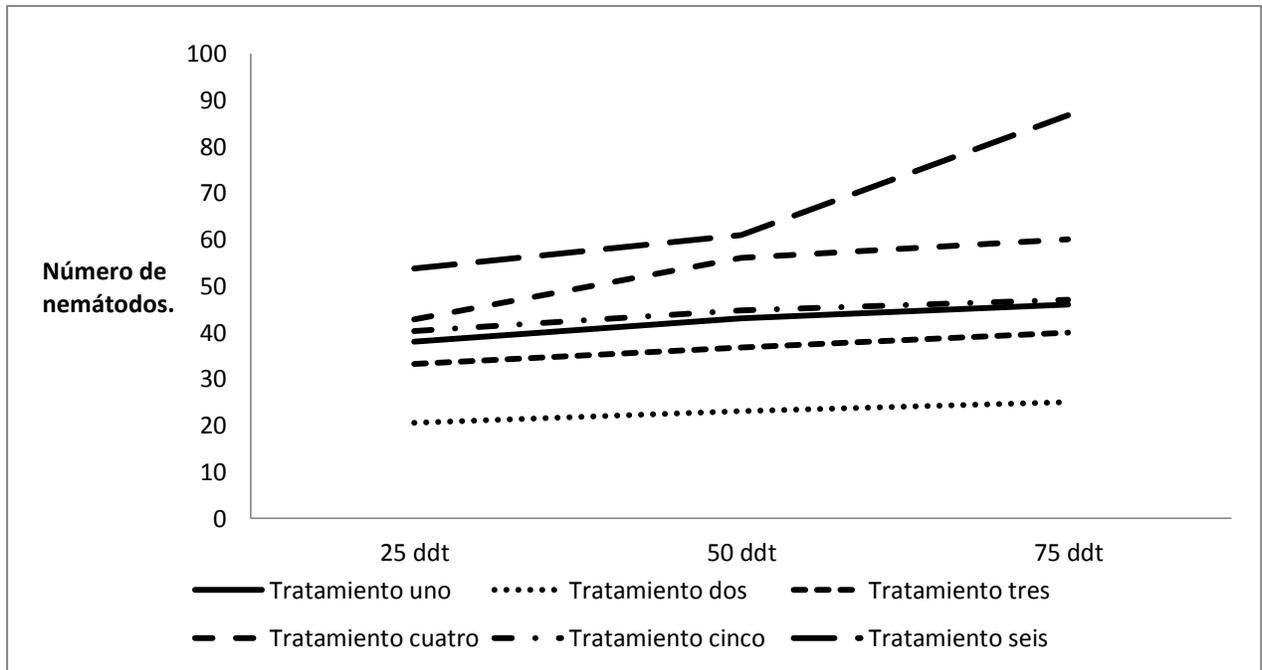


Figura 7: Comportamiento de población de nemátodos del género *Meloidogyne* spp en las muestras de raíces, durante la investigación.

7.5. Índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp

En el cuadro 25,27 y 29 (ver anexos) se presentan los datos de campo convertidos con la fórmula de arco seno $\sqrt{X\%}$ para el índice de agallamiento producido por los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en las rices de las platas de tabaco.

Se procedió a realizar un análisis de varianza para saber si existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 7: Análisis de varianza general para el índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	9.45	B C	10.64	A B	13.11	A
T2	5.75	A	8.59	A	10.25	A
T3	6.94	A B	9.51	A B	11.50	A
T4	10.37	C	13.03	C	14.43	A
T5	9.91	C	12.55	A B	13.50	A
T6	15.55	D	16.92	C	19.44	B
P-valor	<0.0001		0.0002		0.0003	
C.V.	13.21%		15.35%		15.19%	
F_c	28.54		10.33		9.33	

En el cuadro 7 se presenta el resumen del análisis de varianza general para el índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp, en el cual se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados por lo que se realizó la prueba múltiple de medias bajo el criterio de tukey al 5%.

Como se puede observar el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* es el mejor tratamiento ya que presento diferencia estadística significativa con respecto del resto de las medias de los tratamientos evaluados.

El tratamiento tres Nemaplus es el segundo mejor tratamiento para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp en muestras de raíces, el tratamiento uno Súper Nema Kill también puede ser una alternativa para el control de los nemátodos ya que la diferencia con el tratamiento tres no es muy grande.

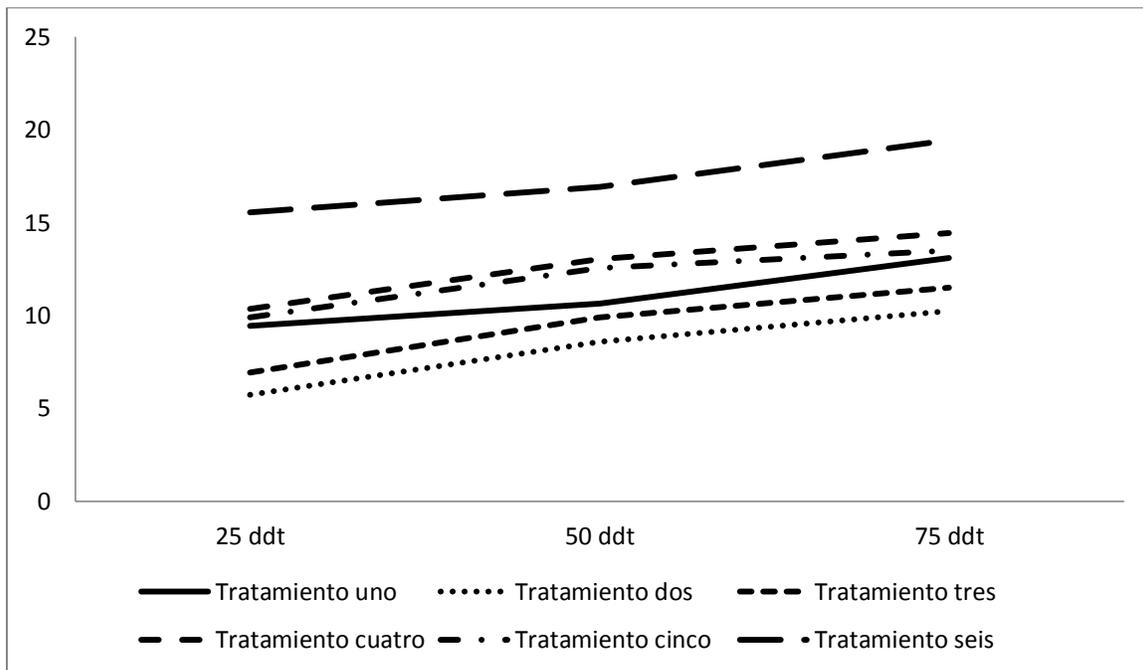


Figura 8. Análisis del índice de agallamiento causado por nemátodos del género *Meloidogyne* spp en las raíces, durante la investigación.

7.6. Nemátodos en muestras de suelo del género *Pratylenchus* spp

En el cuadro 31, 33 y 35 (ver anexos) se presentan los datos obtenidos en campo de la población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestras de 200 cc de suelo. Se procedió a realizar un análisis de varianza para conocer si existió diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 8: Análisis de varianza general para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de 200 cc de suelo.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	50.00	B	56.00	B	61.00	B
T2	20.00	A	23.00	A	36.00	A
T3	50.00	B	61.00	B	67.00	B
T4	50.00	B	68.00	B C	70.00	B
T5	75.00	B	90.00	C	96.00	C
T6	150.00	C	173.00	D	203.00	D
P-valor	<0.0001		<0.0001		<0.0001	
C.V.	18.12%		12.35%		9.03%	
F_c	56.33		111.16		217.17	

En el cuadro 8 se presenta el resumen del análisis de varianza general para el control de la población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestras de 200 cc de suelo, donde podemos observar que si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, por lo cual es necesario realizar la prueba de medias de tukey al 5% para determinar que tratamiento presenta mejor control de la población de los nemátodos.

Como se puede observar en el cuadro anterior los tratamientos que presentaron mejor control de la población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp; es el tratamiento de *Paecilomyces lilacinus* que presento medias de 20.00, 23.00 y 36.00 nemátodos en muestra de suelo, y presento diferencia estadística significativa entre medias de los tratamientos evaluados.

El tratamiento uno Súper Nema-Kill, y el tratamiento tres Nemaplus no presentaron diferencia estadística significativa entre ellos por lo que pueden usarse como una segunda opción para el control de los nemátodos del género *Pratylenchus* spp en suelo.

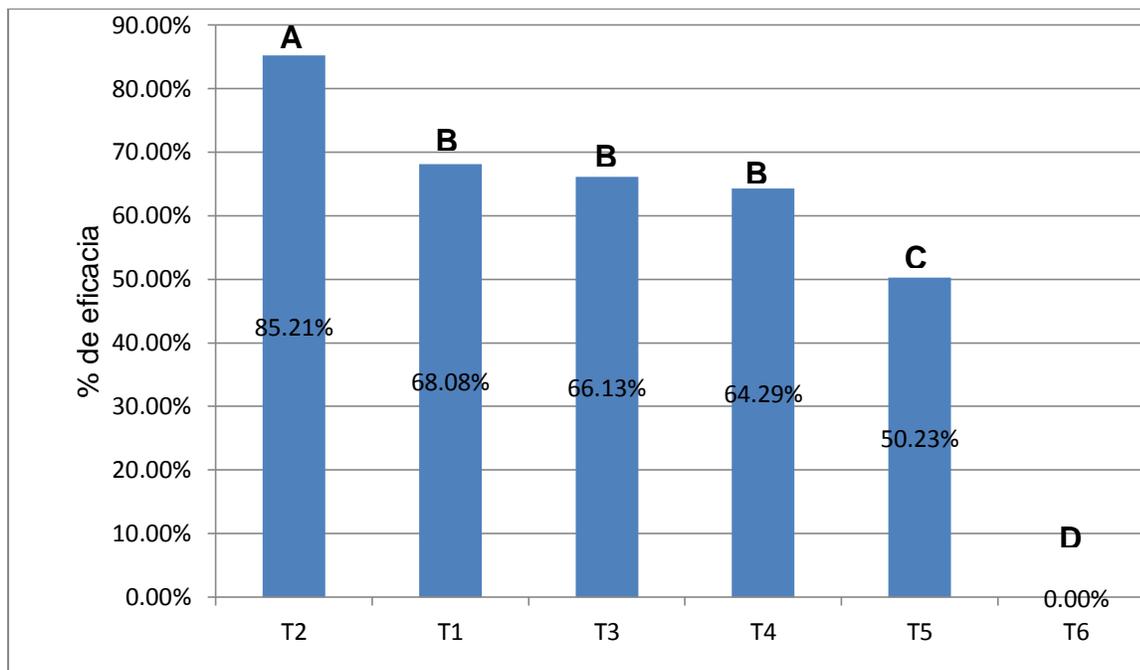


Figura 9: Eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de 200 cc de suelo.

En la gráfica de la eficacia general de los tratamientos evaluados para el control de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en 200 cc de suelo. Se puede observar que el tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* presenta una eficacia de 85.21%, mientras que el tratamiento uno Súper Nema-kill presenta un 68.08% de eficacia siendo la segunda opción para el control de los nemátodos, también el tratamiento tres Nemaplus presenta

un 66.13% de eficacia y el tratamiento cuatro presenta un 64.29% estando estos por encima de la eficacia presentada por el tratamiento cinco Vydate 24 SL (Oxamil).

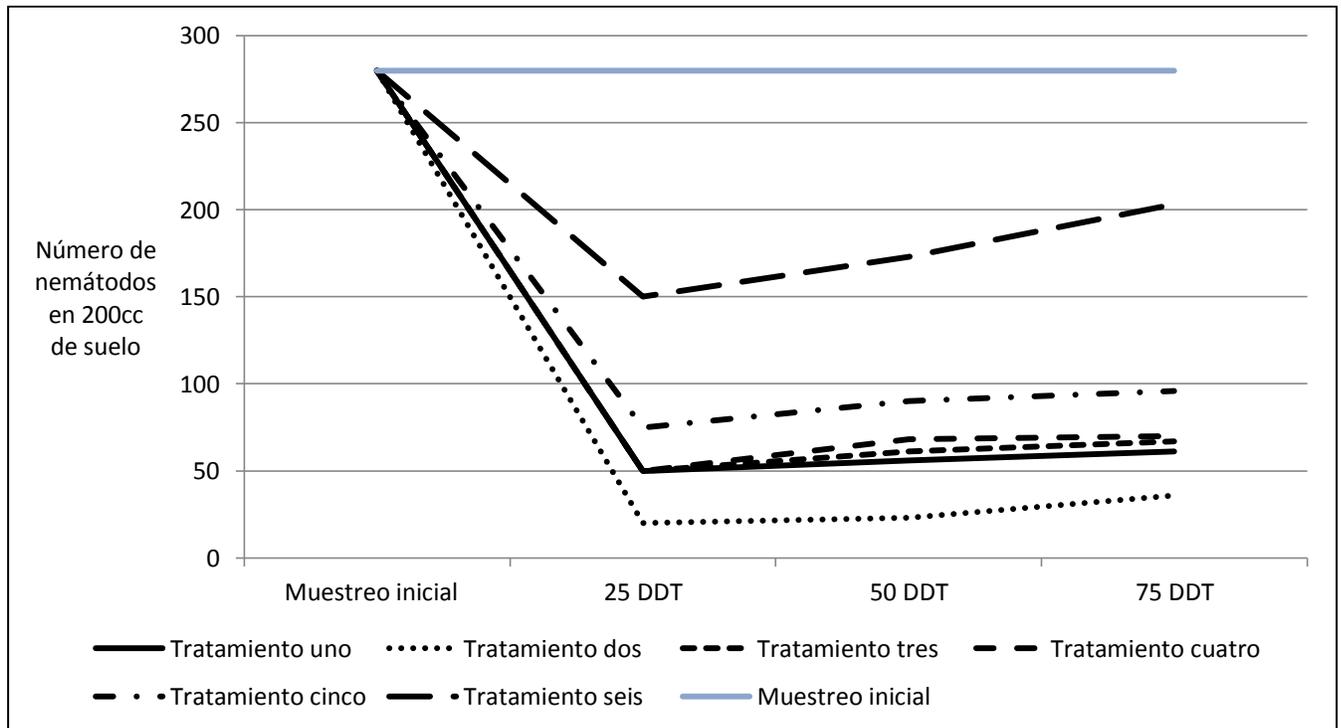


Figura 10. Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en los tres muestreos de suelos realizados durante el ciclo de vida del cultivo de tabaco.

7.7. Nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestras de raíz

En el cuadro 37, 39 y 41 (ver anexos) se presentan los datos de campo obtenidos en la evaluación del control de la población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestras de 25 grs de raíz, para determinar si existe diferencia estadística significativa entre tratamientos se procedió a realizar el análisis de varianza.

Cuadro 9: Análisis de varianza general para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de 25 grs de raíz.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	38.50	B	39.00	B	59.00	C
T2	20.00	A	21.00	A	34.00	A
T3	28.75	A B	32.50	A B	37.00	A B
T4	34.00	B	35.00	A B	55.00	C
T5	33.25	B	33.75	A B	52.00	B C
T6	60.00	C	77.00	C	104.00	D
P-valor	<0.0001		<0.0001		<0.0001	
C.V.	12.13%		16.62%		11.88%	
F _c	38.33		33.97		55.60	

En el resumen del análisis de varianza general que se presenta en el cuadro 9 se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos para el control de la población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestras de 25 grs de raíz, por lo que se realizó la prueba múltiple de medias bajo el criterio de tukey al 5%.

El tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus* que presento medias de 20.00, 21.00 y 34 nemátodos en muestra de 25 grs de raíces, es el mejor tratamiento ya que en la prueba múltiple de medias bajo el criterio de tukey al 5% presenta diferencia estadística significativa al resto de los tratamientos evaluados siendo el mejor.

El tratamiento tres Nemaplus presento medias de 28.75, 32.5 y 37 nemátodos en muestra de 25 grs de raíces siendo la segunda mejor opción para el control de los nematos del género *Pratylenchus* spp.

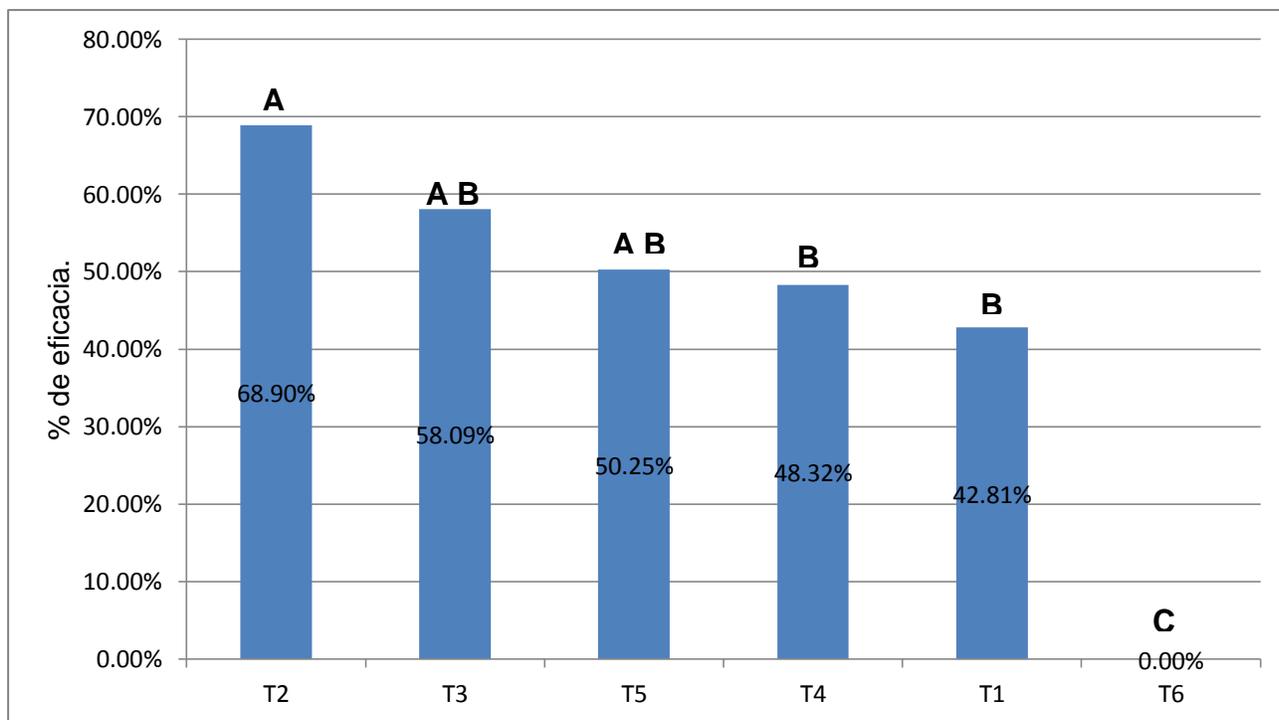


Figura 11: Eficacia general de los tratamientos evaluados en el control de los nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestreos de 25 grs de raíces durante la investigación.

En la gráfica 11 podemos observar que el tratamiento que presentó mejor eficacia en el control de los nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestreos de 25 grs de raíces es el tratamiento uno *Paecilomyces lilacinus* con un 68.90%, el tratamiento tres Nemaplus presentó un 58.09% de eficacia por lo que sería la segunda mejor opción en el control de los nemátodos.

Los tratamientos cuatro Biomax B1 y uno Súper Nema-kill fueron superados por el tratamiento cinco Vydate 24 SL (Oxamil) en el control de los nemátodos en muestras de 25 grs de raíces de tabaco.

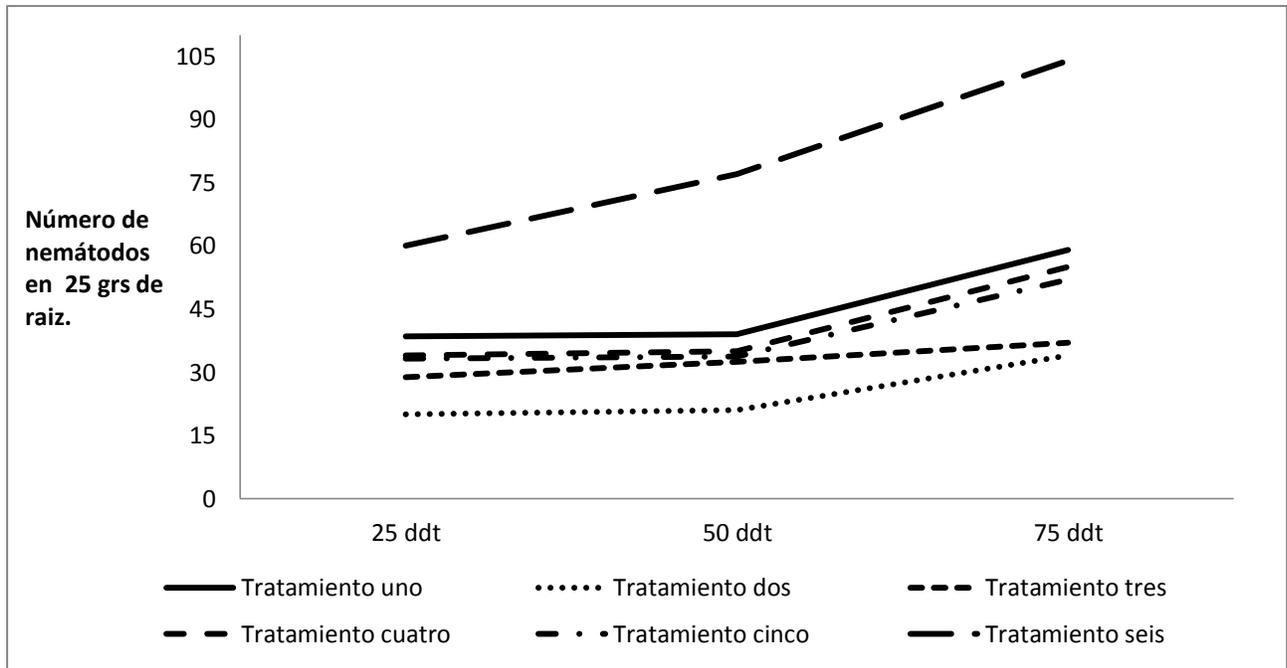


Figura 12: Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en los tres muestreos realizados en raíces, durante el ciclo de vida del cultivo de tabaco.

7.8. Nivel de daño causado por *Pratylenchus* spp.

En el cuadro 43, 45 y 47 (ver anexos) se presentan los datos de campo convertidos con la fórmula de arco seno $\sqrt{X\%}$ de la evaluación del nivel de daño causado por *Pratylenchus* spp en las raíces. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existió diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza general para el nivel de daño en raíces causado por *Pratylenchus* spp.

	25 ddt		50 ddt		75 ddt	
	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%	Media	Tukey 5%
T1	15.22	B	18.61	B	21.80	A B
T2	10.18	A	12.76	A	16.83	A
T3	12.76	A B	15.19	A B	17.26	A
T4	13.84	A B	16.37	A B	21.35	A
T5	12.92	A B	15.78	A B	21.08	A
T6	21.96	C	26.48	C	30.59	B
P-valor	<0.0001		<0.0001		<0.0001	
C.V.	13.93%		14.02%		18.35%	
F_c	15.87		15.06		6.31	

En el cuadro anterior se presenta el resumen del análisis de varianza general para el nivel de daño causado por *Pratylenchus* spp en raíces de tabaco, donde se presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias bajo el criterio de tukey al 5%.

El tratamiento dos *Paecilomyces lilacinus*, presento medias de 10.18, 12.76 y 16.83 siendo el mejor tratamiento, presentando diferencia estadística significativa entre medias según el análisis de prueba múltiple de medias bajo el criterio de tukey al 5%.

El tratamiento tres Nemaplus, el tratamiento cuatro Biomax B1, el tratamiento uno Super Nema-kill y el tratamiento cinco Vydate 24 SL (Oxamil) no presentan diferencia significativa entre si.

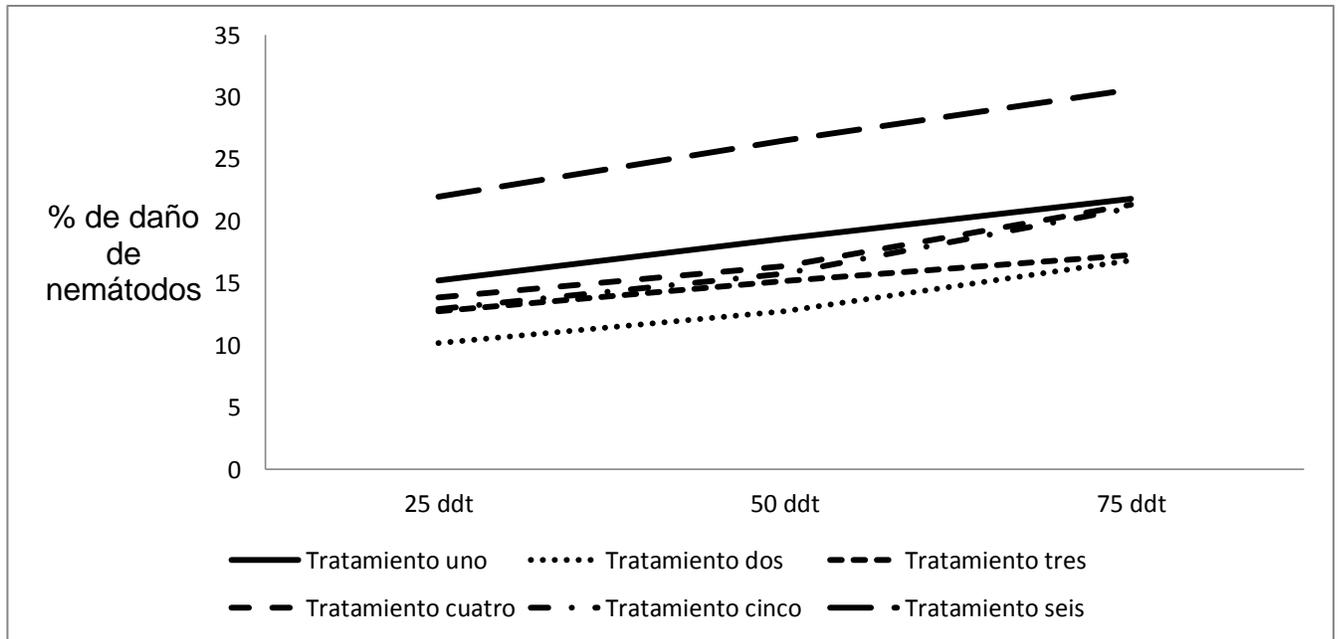


Figura 13: Análisis del índice de daño causado por *Pratylenchus* spp.

7.9. Rendimiento.

Para cada uno de los tratamientos se determinó el rendimiento el cual se proyectó a rendimiento en kg/ha, tomando como base la densidad de plantas por hectárea, los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro 19 (ver anexos).

Cuadro 11 Análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	1272678.13	254535.63	1.86	2.90	Ns
Bloques	3	610748.18	203582.73	1.49	3.29	Ns
Error	15	2052170.57	136811.37			
Total	23	3935596.88				

C.V.= 13.78%

En el cuadro 53 se presenta el resumen del análisis de varianza para el rendimiento expresado en Kg/ha. De los tratamientos evaluados en la efectividad de cuatro

nematicidas orgánicos para el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp, como se puede observar los tratamientos no presentaron diferencia estadística significativa por lo cual se procederá a realizar el análisis de beneficio costo para determinar cuál es el mejor tratamiento en el control de los nemátodos y que tenga la mejor relación costo beneficio.

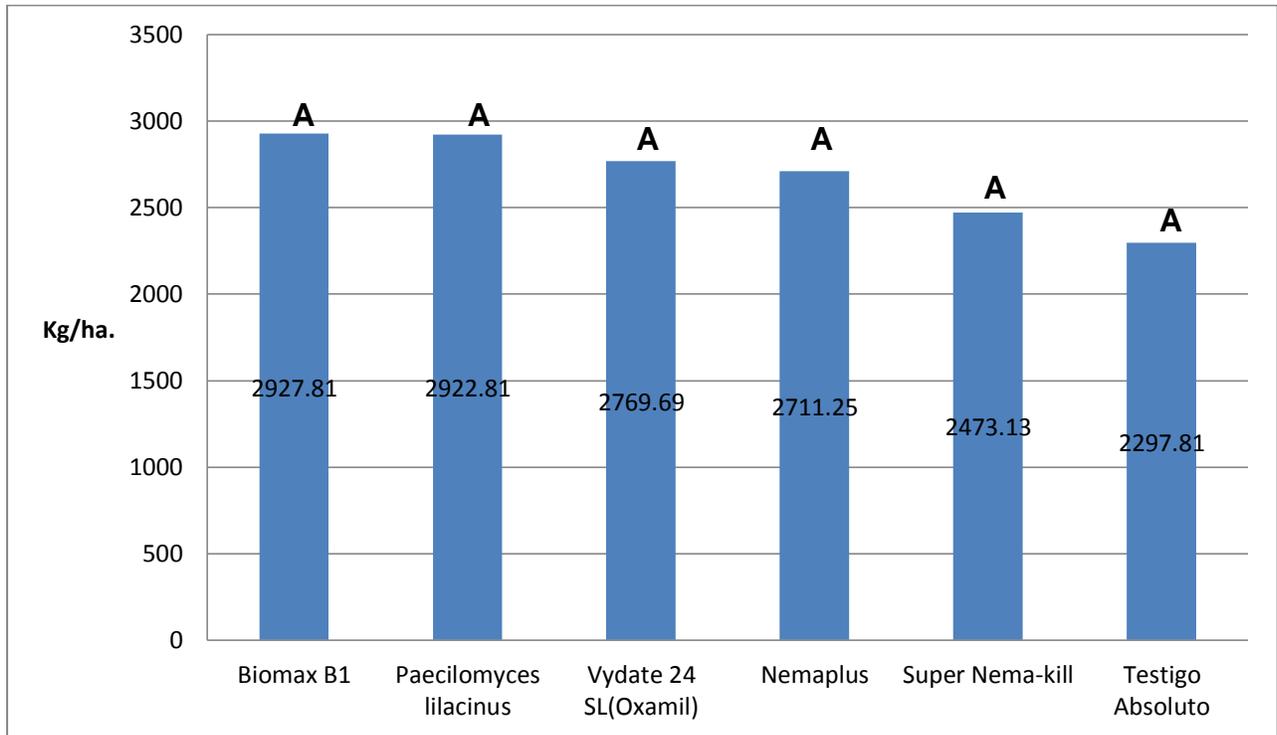


Figura 14: Rendimiento de los tratamientos evaluados en kg/ha. Obtenidos en la investigación.

7.10. Análisis beneficio-costo.

El análisis económico se realizó con los costos por cada tratamiento, tabulándose todos los datos de los insumos utilizados, para determinar costos totales e ingresos de la producción para calcular el indicador económico de la relación beneficio/costo para cada tratamiento.

Cuadro 12. Relación beneficio/costo, rendimiento en kg/ha.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Ingresos "Q"	Costo/ha "Q"	Beneficio/costo
T1	2473.13	Q 61,202.62	Q 44,023.64	1.39
T2	2922.81	Q 72,330.87	Q 44,523.89	1.62
T3	2711.25	Q 67,095.39	Q 48,836.39	1.37
T4	2927.81	Q 72,454.60	Q 49,914.51	1.45
T5	2769.69	Q 68,541.60	Q 45,817.64	1.50
T6	2297.81	Q 56,863.97	Q 42,367.64	1.34

En el cuadro 12 se observan los resultados del análisis económico relación beneficio/costo, de los seis tratamientos evaluados, podemos observar que el tratamiento dos muestra un indicador económico de 1.62 presentando la mayor relación beneficio-costos; el tratamiento cinco presenta un indicador económico de 1.50 pero este tratamiento es usado como un comparativo ya que es control químico; el tratamiento cuatro es el segundo mejor mostrando un indicador económico de 1.45. El tratamiento uno presenta un indicador económico de 1.39.

Los tratamientos evaluados no presentan diferencia estadística por lo cual se tomará en cuenta cuál de ellos presenta el mejor indicador económico en relación beneficio-costos y a los resultados en el control de los nemátodos del género *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp*.

VIII. CONCLUSIONES

Al analizar la medias de control de la población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp* en suelo y raíces; el índice de agallamiento y de daño de pudrición en raíces; se obtuvo que el mejor tratamiento es *Paecilomyces lilacinus*.

Según el análisis de varianza realizado a las medias de rendimiento de los nematicidas investigados no se presentó diferencia estadística significativa.

En base al análisis de relación beneficio-costo de los tratamientos evaluados para el control de nemátodos del género *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp* en el cultivo de tabaco tipo burley, se determinó que el tratamiento *Paecilomyces lilacinus* es el que presenta mejor indicador económico siendo de 1.62.

IX. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se recomienda a los productores de tabaco de la zona costera marquense realizar el control de los nemátodos del género *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp utilizando *Paecilomyces lilacinus*, con una dosis de 1 Kg/ha a una concentración de 5×10^{12} conidias.

Realizar más investigaciones intercalando los productos evaluados y poder realizar un plan fitosanitario para el cultivo de tabaco tipo burley, para mejorar el control de cada género de nemátodos.

X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Agrios, G. N. (1998). *Fitopatología*. Mexico: Limusa.
- Alvizures, M. S. (2005). *Investigacion Agricola*. Bárcena, Villa Nueva: ENCA.
- Ayala, A. F. (1999). *Efecto de cuatro fuentes nitrogenadas sobre el contenido de nicotina y rendimiento en tabaco burley (Nicotiana tabacum L.) en el municipio de Tecun Uman, San Marcos*. Guatemala: Universidad Rafael Landivar.
- Care., P. H. (2013). *Paecilomyces lilacinus Nematicida Biológico*. Mexico: Plant Health Care.
- Castellanos, A. (09 de 05 de 2013). *Productor Agropecuario*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de productor Agropecuario: <https://revistaproagro.com/resaltan-impacto-economico-del-tabaco-en-guatemala/>
- Chaverri, R. (1995). *El Cultivo de Tabaco*. San Jose, Costa Rica: UENED.
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudis-cole, B. (2009). *Nematología Practica: Una guia de campo y laboratorio*. (Segunda ed.). (S. Verdejo-Lucas, Trad.) Venezuela, Venezuela: SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA).
- Dupont. (1998). *Vydate 24 SL*. Duwest. USA: Duwest.
- ENLASA. (01 de 01 de 2010). *Enagrosa*. Recuperado el 8 de 09 de 2013, de Enagrosa: http://www.enagrosa.com/c/document_library/get_file?folderId=143882&name=D LFE-5508.pdf.
- ESPREDE - CATIE, L. d. (25 de Julio de 2007). *Precipitación pluvial: precipitación promedio, precipitación máxima, precipitación mínima*. Recuperado el 28 de Octubre de 2013, de Precipitación pluvial: precipitación promedio, precipitación máxima, precipitación mínima: http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CC4QFjAB&url=http%3A%2F%2Fide.segeplan.gob.gt%2Ftablas%2Ftablas_municipal%2Fpdfs%2F12_Tablas_SanMarcos%2Ftabla_42_12.pdf&ei=RIV0UpzIAqyosATutlCgBg&usg=AFQjCNERQ39rBAoaPJR9R8HCB4v
- Hernandez, L. M. (1995). *Paecilomyces lilacinus (THOM) SAMSON: CARACTERIZACIÓN, REPRODUCCIÓN Y OBTENCIÓN DE UN BIOPREPARADO CON EFECTO NEMATICIDA*. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal . La Habana: Ministerio de la Agricultura.
- INAGRISA. (2013). *Super Nema-Kill Nematicida Orgánico*. Insumos Agrícolas del Futuro S.A., Zacapa. Aldea San José, Teculután.: Inagrisa.
- INVTISA. (2013). *Nemaplus*. Industrial Vetsi Internacional S.A. Lima: Invetisa.

- López, M. K. (2015). *Evaluación de productos alternativos para el control de nemátodos asociados a café, en pueblo nuevo viñas Santa Rosa* . Tesis de grado., Jutiapa.
- Medrano, B. M. (2008). *Poblaciones de nematodos fitoparásitos asociados a diferentes sistemas de manejo de café en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya (Ciclo 2006-2007)*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Orellana, S. R. (2004). *Evaluación de la efectividad de nueve tratamientos para el control de nematodos, utilizando dos productos nematicidas, en plantaciones tabaco (Nicotiana tabacum L) cultivada en dos localidades de Zacapa*. Tesis Ingeniero Agronomo., Universidad de San Carlos de Guatemala., Chiquimula , Zacapa.
- Pantaleón, E. R. (2008). *Evaluacion de tres formulaciones organicas para el control de mal de talluelo en semilleros de cultivo de tabaco (Nicotiana tabacum l solanaceae) tipo burley , en el parcelamiento la maquina, Retalhuleu*. Guatemala, Guatemala : Universidad Rafael Landivar .
- Portillo, G. (2013). *Evaluación de Nematicidas Super NemaKill y Vydate 24 SL en tabaco burley en la zona de Zacapa*. Casa Export Limited. Guatemala: Casa Export Limited.
- Posadas, J. E. (9 de agosto de 2013). Problemática de los nematodos en tabaco en la zona Costera de San Marcos. (J. C. Luttman Barrios , Entrevistador) San Marcos, Catarina , Guatemala .
- Simmons, C., Tarano, J. M., & Pinto, J. H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala*. (P. T. Solsona., Trad.) Guatemala: José de Pineda Ibarra.
- Velásquez, E. A. (2000). *Efecto de tres nematicidas quimicos y bio-organicos en el rendimiento de tabaco burley Nicotiana tabacum L.en el municipio de Cabañas, Zacapa*. Guatemala: Universidad Rafel Landivar.
- Volcanes, V. (2017). *Paecilovista*. Chimaltenango Guatemala.: Vista Volcanes S.A.
- W., E. R., & Crandall, B. G. (16 de 07 de 2000). *espatentes*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de espatentes: www.espatentes.com/pdf/2145943_t3.pdf

XI. ANEXOS

Cuadro 13: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 25 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	MEDIA
1	20	18	25	33	24
2	12	31	22	15	20
3	34	38	45	43	40
4	35	39	46	40	40
5	45	55	40	56	49
6	66	73	59	62	65

Cuadro 14: Análisis de varianza para para población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	5445.3333	1089.0667	27.2115	2.90	*
Bloques	3	175.6667	58.5556	1.4631	3.29	Ns
Error	15	600.3333	40.0222			
Total	23	6221.3333				

C.V.= 15.94%

Cuadro 15: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 50 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	34	39	40	38	37.75
2	32	35	38	37	35.5
3	77	89	80	82	82
4	40	52	56	48	49
5	81	90	85	88	86
6	102	98	125	131	114

Cuadro 16: Análisis de varianza para nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	19863.8750	3972.7750	80.3528	2.90	*
Bloques	3	374.1250	124.7083	2.5223	3.29	Ns
Error	15	741.6250	49.4417			
Total	23	20979.6250				

C.V.=10.43%

Cuadro 17: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 75 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	36	35	37	38	36.5
2	32	35	30	43	35
3	59	67	55	45	56.5
4	40	44	44	49	44.25
5	58	61	55	66	60
6	93	88	89	92	90.5

Cuadro 18: Análisis de varianza para nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de suelo a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	8546.2083	1709.2417	60.9536	2.90	*
Bloques	3	57.1250	19.0417	0.6790	3.29	Ns
Error	15	420.6250	28.0417			
Total	23	9023.9583				

C.V.= 9.84%

Cuadro 19: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestras de raíz a los 25 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	38	41	38	35	38
2	19	22	24	17	20.5
3	33	35	31	34	33.25
4	46	45	44	36	42.75
5	43	38	41	39	40.25
6	49	57	55	54	53.75

Cuadro 20: Análisis de varianza para nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de raíz a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	2417.8333	483.5667	60.8685	2.90	*
Bloques	3	48.8333	16.2778	2.0490	3.29	Ns
Error	15	119.1667	7.9444			
Total	23	2585.8333				

C.V.= 7.40%

Cuadro 21: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de raíz a los 50 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	45	41	44	42	43
2	20	18	26	28	23
3	33	35	37	42	36.75
4	51	53	57	63	56
5	41	47	45	46	44.75
6	60	66	55	63	61

Cuadro 22: Análisis de varianza para nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de raíz a los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	3712.3333	742.4667	58.1061	2.90	*
Bloques	3	101.8333	33.9444	2.6565	3.29	Ns
Error	15	191.6667	12.7778			
Total	23	4005.8333				

C.V=8.11%

Cuadro 23: Población de nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de raíz a los 75 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	44	41	50	49	46
2	18	27	32	23	25
3	36	29	50	45	40
4	56	63	55	66	60
5	40	45	53	50	47
6	93	78	88	88	86.75

Cuadro 24: Análisis de varianza para nemátodos del género *Meloidogyne spp* en muestra de raíz a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	8787.2083	1757.4417	57.3963	2.90	*
Bloques	3	265.4583	88.4861	2.8899	3.29	Ns
Error	15	459.2917	30.6194			
Total	23	9511.9583				

C.V.= 10.89%

Cuadro 25: Índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 25 ddt. Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	8.13	9.98	11.54	8.13	9.45
2	5.74	5.74	5.74	5.74	5.74
3	5.74	8.13	5.74	8.13	6.94
4	9.98	11.54	9.98	9.98	10.37
5	9.98	9.98	8.13	11.54	9.91
6	16.43	16.43	12.92	16.43	15.55

Cuadro 26: Análisis de varianza para el índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	232.50	46.50	28.54	2.90	*
Bloques	3	6.31	2.10	1.29	3.29	Ns
Error	15	24.44	1.63			
Total	23	191.25				

C.V.= 13.21%

Cuadro 27: Índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 50 ddt. Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	9.98	8.13	11.54	12.92	10.64
2	8.13	8.13	9.98	8.13	8.59
3	8.13	9.98	11.54	9.98	9.91
4	16.43	9.98	14.18	11.54	13.03
5	11.54	14.18	11.54	12.92	12.55
6	18.44	16.43	15.34	17.46	16.92

Cuadro 28: Análisis de varianza para el índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	173.42	34.68	10.33	2.90	*
Bloques	3	5.34	1.78	0.53	3.29	Ns
Error	15	50.39	3.36			
Total	23	229.15				

C.V=15.35%

Cuadro 29: Índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 75 ddt. . Datos convertidos al arco seno $\sqrt{X\%}$.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	14.18	12.92	15.34	9.98	13.11
2	9.98	8.13	12.92	9.98	10.25
3	9.98	11.54	12.92	11.54	11.50
4	12.92	14.18	14.18	16.43	14.43
5	14.18	11.54	15.34	12.92	13.50
6	23.58	17.46	16.43	20.27	19.44

Cuadro 30: Análisis de varianza para el índice de agallamiento de *Meloidogyne spp* a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	202.25	40.45	9.33	2.90	*
Bloques	3	12.28	4.09	0.94	3.29	Ns
Error	15	65.01	4.33			
Total	23	279.54				

C.V.= 15.19%

Cuadro 31: Población de nemátodos del género *Pratylenchus spp* en muestra de suelo a los 25 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	45	80	45	30	50
2	25	15	22	18	20
3	35	55	65	45	50
4	43	58	49	50	50
5	75	77	85	63	75
6	156	134	165	145	150

Cuadro 32: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchius spp* en muestra de suelo a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	40083.3333	8016.6667	56.3320	2.90	*
Bloques	3	677.3333	225.7778	1.5865	3.29	Ns
Error	15	2134.6667	142.3111			
Total	23	42895.3333				

C.V.= 18.12%

Cuadro 33: Población de nemátodos del género *Pratylenchus spp* en muestra de suelo a los 50 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	46	61	53	64	56
2	23	23	23	23	23
3	59	65	48	72	61
4	68	68	68	68	68
5	103	83	76	98	90
6	188	163	148	193	173

Cuadro 34: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchus spp* en muestra de suelo a los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	52262.0000	10452.4000	111.1695	2.90	*
Bloques	3	925.6667	308.5556	3.2817	3.29	Ns
Error	15	1410.3333	94.0222			
Total	23	54598.0000				

C.V.= 12.35%

Cuadro 35: Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de suelo a los 75 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	45	73	65	61	61
2	25	37	40	42	36
3	64	70	65	69	67
4	56	64	82	78	70
5	90	98	94	102	96
6	214	196	198	204	203

Cuadro 36: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de suelo a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	69931.3333	13986.2667	217.1781	2.90	*
Bloques	3	366.0000	122.0000	1.8944	3.29	Ns
Error	15	966.0000	64.4000			
Total	23	71263.3333				

C.V.= 9.03%

Cuadro 37: Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz a los 25 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	28	42	38	46	38.50
2	15	25	18	22	20.00
3	25	32	22	36	28.75
4	33	34	37	32	34.00
5	30	35	36	32	33.25
6	60	55	61	64	60.00

Cuadro 38: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	3608.0000	721.6000	38.3377	2.90	*
Bloques	3	156.1667	52.0556	2.7656	3.29	Ns
Error	15	282.3333	18.8222			
Total	23	4046.5000				

C.V.=12.13%

Cuadro 39: Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz a los 50 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	38	33	42	43	39
2	18	17	24	25	21
3	27	31	33	39	32.5
4	40	38	42	20	35
5	30	44	28	33	33.75
6	78	73	77	80	77

Cuadro 40: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	7403.2083	1480.6417	33.9792	2.90	*
Bloques	3	20.1250	6.7083	0.1539	3.29	Ns
Error	15	653.6250	43.5750			
Total	23	8076.9583				

C.V.= 16.62%

Cuadro 41: Población de nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz a los 75 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	60	63	54	59	59
2	28	42	34	32	34
3	39	30	38	41	37
4	57	48	55	60	55
5	53	48	50	57	52
6	114	97	88	117	104

Cuadro 42: Análisis de varianza para nemátodos del género *Pratylenchus* spp en muestra de raíz a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	12683.3333	2536.6667	55.6016	2.90	*
Bloques	3	229.6667	76.5556	1.6780	3.29	Ns
Error	15	684.3333	45.6222			
Total	23	13597.3333				

C.V.=11.88 %

Cuadro 43: Nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 25 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	14.18	15.34	18.44	12.92	15.22
2	11.54	8.13	12.92	8.13	10.18
3	14.18	9.98	11.54	15.34	12.76
4	15.34	12.92	12.92	14.18	13.84
5	16.43	8.13	12.92	14.18	12.92
6	22.79	20.27	21.97	22.79	21.96

Cuadro 44: Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 25 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	322.9217	64.5843	15.8776	2.90	*
Bloques	3	36.5354	12.1785	2.9940	3.29	Ns
Error	15	61.0148	4.0677			
Total	23	420.4719				

C.V.= 13.93%

Cuadro 45: Nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 50 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	BLOQUE	MEDIA
	I	II	III	IV	
1	18.44	18.44	21.13	16.43	18.61
2	12.92	8.13	18.44	11.54	12.76
3	15.34	11.54	16.43	17.46	15.19
4	16.43	14.18	18.44	16.43	16.37
5	16.43	15.34	12.92	18.44	15.78
6	22.79	26.56	30.00	26.56	26.48

Cuadro 46: Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 50 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	455.4566	91.0913	15.0601	2.90	*
Bloques	3	46.6606	15.5535	2.5715	3.29	Ns
Error	15	90.7275	6.0485			
Total	23	592.8447				

C.V=14.02%

Cuadro 47: Nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 75 ddt.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	MEDIA
1	20.27	24.36	25.10	17.46	21.80
2	16.43	14.18	20.27	16.43	16.83
3	24.36	16.43	15.34	12.92	17.26
4	28.66	20.27	15.34	21.13	21.35
5	22.79	21.13	18.44	21.97	21.08
6	26.56	30.66	31.94	33.21	30.59

Cuadro 48: Análisis de varianza para el nivel de daño en raíces causado por *Pratilenchus spp* a los 75 ddt.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	5%
Tratamientos	5	490.9850	98.1970	6.3108	2.90	*
Bloques	3	24.4057	8.1352	0.5228	3.29	Ns
Error	15	233.4032	15.5602			
Total	23	748.7940				

C.V.= 18.35%

Cuadro 49: Datos de campo de rendimiento en Kg/ha.

TRATAMIENTOS	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	MEDIA
1	2303.13	2435.00	2817.50	2336.88	2473.13
2	2880.63	2671.25	3061.88	3077.50	2922.81
3	2790.63	2308.75	3475.00	2270.63	2711.25
4	2943.75	3241.25	2881.88	2644.38	2927.81
5	2516.25	2936.88	2616.25	3009.38	2769.69
6	2633.75	2575.00	2586.88	1395.63	2297.81

Figura 15. Ubicación geográficamente latitud norte $14^{\circ}46'04.61''$ y longitud oeste $92^{\circ}06'12.58''$, Aldea Zanjón San Lorenzo Ayutla, San Marcos.



Figura 16 Preparación del terreno



Figura 17 Siembras de los pilones de tabaco.



Figura 18 Identificación de la investigación.



Figura 19 Aplicación de los tratamientos



Figura 20. Aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.



Figura 21. Riego de la plantación.



Figura 22. Toma de muestras de suelo



Figura 23. Toma de muestras de raíces.



Figura 24. Análisis de raíces *Meloidogyne* spp.



Figura 25. Análisis de raíces *Pratylenchus* spp.



Figura 26. Colgado del tabaco en galera.



Figura 27. Despique.



XII. CRONOGRAMA DE TRABAJO

No.		OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO		
1	Preparación del terreno		X	X															
2	Muestreo de suelo.				X														
3	Transplante.				X	x	x	x											
4	Fertilización.					x	x	x											
5	Control de malezas.					x		x											
6	Riego.					x	x	x	x										
7	Aplicación de tratamientos.					x	x	x											
8	Aporque					x													
9	Capado									x									
10	Deshije									x	x	X	x						
11	Corte													x					
12	Secado													x	x	x	x		

Pajapita San Marcos, 01 de Agosto de 2013.

Empresa Casa Export Guatemala
Director general.
Presente.

Es un gusto poder saludarle esperando que se encuentre bien al frente de las labores cotidianas que realiza en dicha Empresa.

El objetivo de la presente es para darle a conocer que Yo Juan Carlos Luttmann Barrios, número de carné: 2145709 estudiantes de la Carrera Licenciatura en ciencias agrícolas con énfasis en cultivos Tropical de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landivar sede de Coatepeque, Quetzaltenango, me encuentro cursando el Decimo semestre en dicha universidad, y dentro de mi pensum de semestre tengo asignado el curso de Tesis I, en el cual tengo que presentar mi punto de tesis para su aprobación, por tal motivo he decidido trabajar mi tesis en el control biológico de nematodos del suelo en el cultivo de tabaco, y solicito a su persona que me puedan autorizar realizar mi investigación dentro de dicha institución y poder dar así una solución a este problema que se presenta en dicho cultivo que tanto afecta la productividad en esta región.

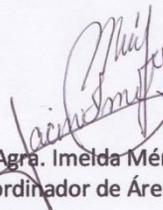
Esperando que mi petición tenga una respuesta favorable me suscribo de usted como su atento y seguro servidor.



Juan Carlos Luttmann Barrios
Estudiante del Decimo semestre.
Carné: 2145709



Ing. Agr. Abel Estuardo Solís.
Catedrático titular tesis I



Inga. Agr. Imelda Méndez
Coordinador de Área

Vo.Bo.

