

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



**“EFECTO DE LA MOSTAZA CALIENTE EN SUELO
HORTÍCOLA INFESTADO POR NEMATODOS.”**

EDGAR ANIBAL CHANGO PALATE

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

CEVALLOS – ECUADOR

2015

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito EDGAR ANIBAL CHANGO PALATE, portador de la cédula de identidad número: 1804381794, en honor a la verdad, declaro que el trabajo de investigación titulado **“EFECTO DE LA MOSTAZA CALIENTE EN SUELO HORTÍCOLA INFESTADO POR NEMATODOS.”** es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

Edgar Anibal Chango Palate

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en el que realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

Edgar Anibal Chango Palate

Se Autoriza el
empresario
15/12/15
J

“EFECTO DE LA MOSTAZA CALIENTE EN SUELO HORTÍCOLA
INFESTADO POR NEMATODOS.”

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Segundo Curay.

TUTOR

Ing. Agr. Mg. Luciano Valle V.

BIOMETRISTA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

15/12/15

Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita V.

PRESIDENTE

15/12/15

Lic. Mg. Rafael Mera.

15/12/15

Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz.

DEDICATORIA

A Dios: por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la capacidad para lograr mis objetivos, además de su infinitud y amor.

A mi madre: Cecilia Palate; quien es la persona que me dio la vida y que me supo inculcarme de una manera desinteresada en mi proceso formativo.

A mi padre: Juan Rosalino Chango; quien desde el cielo supo derramarme muchas bendiciones y fuerza para poder seguir el objetivo deseado.

A mis abuelitos Juan Palate y María Palate, por todo el cariño y apoyo brindado.

A mis hermanos: Félix y Evelyn.

A mí amada esposa: Diana Morales: quién es el amor de mi vida, a quien la amo con todo mi corazón y es la persona que ha estado a mi lado en las buenas y en las malas apoyándome durante mi proceso formativo y a toda su familia.

A mis tíos: Quienes han sido las personas que me han motivado siempre para seguir adelante y especialmente a mi tío Iván Pálate quien es una persona que me ha estado apoyando continuamente.

A mí querida hija: Marylin Chango; que es la mejor bendición que Dios me ha dado en este mundo y que por ella me he sacrificado, sin importar las consecuencias, quien ha sido el motor para poder culminar con uno de los objetivos deseados en la vida.

A mis amigos y compañeros en las aulas universitarias; y a todas las personas que han tenido la oportunidad de compartir sus vidas con este servidor.

A todas las personas que de una y otra manera me impulsaron a culminar el presente trabajo investigativo, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a la Universidad Técnica de Ambato, en la persona de sus profesores y empleados, por sus enseñanzas y sabios consejos para lograr mi formación profesional.

Mi agradecimiento al Ing. Agr. Mg. Segundo Curay, tutor de este trabajo de investigación. Sepa usted lo agradecido que estoy por su apoyo y su constante responsabilidad brindado en la ejecución y culminación del estudio, permitiendo así que este sea un documento válido para quien lo requiere.

Así mismo dejo constancia de gratitud al Ing. Agr. Mg. Luciano Valle, asesor de biometría y al Ing. Mg. Jaime Avalos, asesor de redacción técnica. Gracias por su tiempo, paciencia y guía invaluable para que la conformación de este documento sea presentada con la calidad necesaria.

De manera especial mi agradecimiento al Ing. Ricardo Gamboa, por su gran calidad humana y al señor Luis Pullupaxi propietario del invernadero de tomate hortícola por haberme permitido cordialmente y amablemente realizar la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Análisis crítico del problema	1
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación temporal	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	5
2.1. Antecedentes investigativos	5
2.2. Categorías fundamentales	7
2.2.1. Variable independiente: cultivo de mostaza (Sinapsis alba)	7
2.2.2. Descripción botánica	7
2.2.3. Clasificación taxonómica (Mostaza Caliente)	8
2.2.4. Clima	9
2.2.5. Suelo	9
2.2.6. Propagación	9
2.2.7. Propagación por semilla	9
2.2.8. Dosis de siembra	10
2.2.9. Siembra	10
2.2.10. Permanencia en campo	11
2.2.11. Riego	11
2.2.12. Cosecha	11
2.2.13. Beneficios	11
2.2.14. Usos y Propiedades	12
2.2.15. Efectividad de la mostaza caliente	12
2.2.16. Componentes tóxicos de la mostaza	12
2.2.17. Principios activos de la mostaza	13
2.2.18. Composición nutricional de la mostaza	14

2.2.19. Valores químicos de los aceites de la mostaza	15
2.2.2. Variable dependiente: Neyyymatodos	15
2.2.2.1. Descripción	15
2.2.2.2. Taxonomía de la especie Meloidogyne sp	16
2.2.2.3. Morfología y desarrollo de la especie Meloidogyne sp.....	16
2.2.2.4. Factores que influyen sobre el ciclo de meloidogyne sp.....	17
2.2.2.5. Ecología y distribución	17
2.2.2.6. Síntomas	18
2.2.2.7. Unidad de análisis: Control mediante prácticas culturales	19
a.- Barbecho	19
b.- Rotaciones	19
c.- Adición de materia orgánica	19
2.2.2.8. Control físico	20
a.- Solarización	20
b.- Vapor de agua	20
c.- Encharcamiento.....	20
d.- Control biológico	21
2.2.2.9. Control Químico	21
2.2.2.10. Nematicidas biológicos	22
2.3. Hipótesis	23
2.4. Variables de la hipótesis.....	23
2.4.1. Variable Independiente.	23
2.4.2. Variables Dependientes.	23
2.5. Operacionalización de variables	24
CAPÍTULO III.....	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación.....	26
3.2. Ubicación del ensayo	26
3.3. Materiales.....	26
3.4. Caracterización del lugar.....	27
3.4.1. Clima	27
3.4.2. Suelo.....	27
3.4.3. Zona de vida.....	28
3.5. Factores de estudio.....	28

3.5.1. Estado fenológica del cultivo de mostaza	28
3.5.2. Método de la siembra	28
3.6. Diseño experimental.....	28
3.7. Tratamientos.....	29
3.8. Análisis estadístico.....	29
3.8.1. Características del ensayo.....	30
3.9. DATOS TOMADOS.....	30
3.9.1.1. Población inicial de nematodos.....	30
3.9.1.2. Determinación de la población de nematodos a los 75 días.....	31
3.9.1.3. Determinación de la población de nematodos a los 125 días	31
3.9.1.4. Análisis de suelo	32
3.10. Metodología para determinación de nematodos del suelo.	32
3.10.1. Toma de la muestra	32
3.10.2. Método de embudo Baermann	32
3.11. Metodología para el análisis del suelo.....	33
3.11.1. Métodos para tomar la muestra en el campo	33
3.12. Procesamiento de la información recolectada	34
3.13. Manejo de la investigación.....	34
3.13.1. Toma de muestras de suelo de nematodos.....	34
3.13.2. Extracción de nematodos del suelo	35
3.13.3. Cuantificación de población de nematodos	366
3.13.4. Deshierba	377
3.13.5. Riego.....	37
CAPÍTULO IV.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Resultados	38
4.1.1. Porcentaje de nematodos eliminados	38
4.2. Resultados de los análisis del contenido de nutrientes del suelo de ensayo a los cero y 140	41
4.3. Verificación de la hipótesis	42
CAPÍTULO V	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. Conclusiones	43
5.2. Recomendaciones.....	44

CAPÍTULO VI.....	45
PROPUESTA.....	45
6.1. Datos Informáticos	45
6.1.1. Instituciones Involucradas	45
6.1.2. Titulo.....	45
6.2. Antecedentes	45
6.3. Justificación e importancia	46
6.4. Objetivo.....	47
6.5. Análisis Factibilidad.....	47
6.6. Fundamentación	47
6.7. Administración.....	48
6.8. Previsión de la Evaluación	49
6.9. Manejo técnico	49
6.9.1. Selección del área	49
6.9.2. Preparación del suelo	49
6.9.3. Deshierba.....	49
6.9.4. Riego	50
6.9.5. Incorporación de la mostaza caliente	50
BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. DATOS FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE MOSTAZA SEMBRADOS EN INTA SAN PEDRO DE ARGENTINA	7
CUADRO 2. CRECIMIENTO VEGETATIVO DE ALTURA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE MOSTAZA SEMBRADA EN SAN PEDRO DE ARGENTINA (INTA)	8
CUADRO 3. RESULTADOS DE LA DOSIS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE LA MOSTAZA BLANCA, RÁBANO FORRAJERO, COLZA, SOLANUM, SOLANUM + MOSTAZA BLANCA, SOLANUM + RÁBANO FORRAJERO Y SOLANUM + COLZA.....	10
CUADRO 4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES DE MOSTAZA AMARILLA (<i>Sinapsis Alba</i>)	13
CUADRO 5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE SEMILLA, POLVO, Y ACEITE DE MOSTAZA (POR 100 g).....	14
CUADRO 6. VALORES QUÍMICOS DE LOS ACEITES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MOSTAZA.	15
CUADRO 7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE	24
CUADRO 8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE	25
CUADRO 9. RESUMEN DE LOS TRATAMIENTOS.....	29
CUADRO 10. ESCALA DE SEVERIDAD DE MILLER	36
CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIANZA PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOSA	38
CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOS.....	39
CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS ESTADOS FENOLOGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOS.....	40
CUADRO 14. RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL SUELO DE ENSAYO A LOS CERO Y 140 DIAS.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cantidad de nematodos a los cero (días).....	57
Anexo 2. Cantidad de nematodos a los 75 y 125 (días).	577
Anexo 3. Porcentaje de nematodos eliminados.....	57
Anexo 4. Análisis del suelo antes de la incorporación de la mostaza.....	58
Anexo 5. Análisis del suelo al finalizar la incorporación de la mostaza.....	59
Anexo 6. Fotografías.....	60

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “efecto de la mostaza caliente en suelo hortícola infestado por nematodos” se llevó a cabo en la provincia de Tungurahua, Cantón Pillaro, Parroquia La Matriz, Barrio La Elevación cuyas coordenadas geográficas son 01° 10' 00" de latitud Sur y 78° 37' 00" de Longitud Oeste, a la altitud de 2716 msnm del (Sistema de posicionamiento global GPS). La investigación se realizó con el propósito de evaluar los efectos de la mostaza caliente sobre la población de nematodos incorporada en suelos hortícolas en dos estados fenológicas; antes de la floración E1 y durante la floración E2; sembrada con dos métodos al voleo M1 y chorro continuo M2.

Los tratamientos fueron 4, se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar en arreglo factorial 2x2, con análisis grupal con tres repeticiones. Se efectuó el análisis de varianza (ADVA) y pruebas de significación de Tukey al 5%.

La incorporación de mostaza antes de la floración y sembrada al voleo (E1M1), redujo la población de nematodos eliminados en 68,69 %, a diferencia del tratamiento con mostaza incorporada durante la floración y sembrada a chorro continuo (E2M2), se redujo la población de nematodos eliminados 36,61 %.

La mostaza al tener compuestos activos conocidos como glucosinolatos que cuando se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos que son capaces de controlar efectivamente la cantidad de nematodos presentes en el suelo, debido a las crucíferas que tienen compuestos tóxicos como el ácido erúxico.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

De qué manera influye la incorporación de la mostaza caliente en la población de nematodo *Meloidogyne* spp en suelo cultivado de tomate hortícola en el Cantón Pillaro, Barrio la Elevación en el año 2015.

1.2. Análisis crítico del problema

Gusqui, Oña, Huisha y Lasso (2010), se reportan que el ataque severo de nematodos, debido a la falta de conocimiento para el manejo adecuado de esta plaga, inciden en el uso indiscriminado de nematicidas químicos sistémicos como para combatir esta enfermedad, provocando daños severos a la salud de los agricultores y por ende al medio ambiente.

De otra parte Guerrero (2012), menciona que por el uso indiscriminado de los agroquímicos se estima que cada año ocurren alrededor de tres millones de intoxicaciones por los agroquímicos en el Ecuador especialmente en la provincia de Imbabura por el control de nematodos.

Caram (2013), indica que el Encuentro Regional de Agroecología realizado en Bella, en la que agricultores familiares y organizaciones expresaron la necesidad y urgencia de generar nuevos vínculos entre productores, consumidores, Estado y ONGs. Puntualizaron

además que es imprescindible concientizar y denunciar el impacto ambiental causado por el uso indiscriminado de agroquímicos.

Salazar (2012), menciona que el incremento en las áreas de siembra de tomate hortícola, ha generado preocupación debido al desconocimiento que existe relacionado al problema fitosanitario que los nematodos representan. Preocupa también el aumento en el uso de agroquímicos en la zona, para el control de plagas especialmente nematicidas para el control de nematodos fitoparásitos. Esta preocupación se basa en que históricamente los nematicidas han sido utilizados irracionalmente y han causado daño a la salud humana y al ambiente, debido a la falta de conocimiento de técnicas naturales de desinfección del suelo como la solarización, agua caliente, rotación de cultivos entre otros métodos que son efectivos para el control de nematodos.

Preguntas directrices.

- a) ¿De qué manera las épocas de incorporación de la mostaza caliente disminuye la población de nematodos?
- b) ¿En qué forma de aplicación de la mostaza caliente disminuye la población de nematodos?
- c) ¿Qué impacto produce la incorporación de la mostaza caliente en suelos cultivados con tomate hortícola?

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en el Cantón Pillaro, Parroquia la Matriz, Barrio La Elevación de la Provincia Tungurahua, ubicada a una altitud de 2726 msnm, en un suelo que fue cultivado tomate hortícola.

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo en el periodo (2014 -2015).

1.3. Justificación

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010) en el país existían alrededor de 2 837 ha sembradas de tomate riñón, con una producción de 53 518 TM al año. Al respecto, en los últimos años, a lo largo del callejón interandino del país dicho rubro se ha popularizado debido a su valor de consumo en fresco, su valor nutricional, y por sus propiedades preventivas contra el cáncer al poseer dos potentes antioxidantes.

La productividad del cultivo de tomate hortícola es afectada por nematodo *Meloidogyne* sp. Es uno de los patógenos más nocivos del tomate a nivel mundial, debido a que afecta severamente las raíces de este cultivo. Caracterizado por tener un hábito alimenticio polífago con un amplio rango de hospederos especialmente en países tropicales y subtropicales, esto ha hecho que sea considerado el nematodo fitoparásito de mayor importancia económica en el mundo. Los síntomas característicos de este nematodo provocan en la planta diferentes grados de manifestaciones en la planta como, falta de vigor, deficiencias nutricionales y marchitamiento bajo condiciones de estrés. Estas afectaciones generan pérdidas a nivel mundial que se estima superan los 100 billones de dólares, siendo más de la mitad de estas pérdidas atribuidas a *Meloidogyne* sp. El impacto económico del control químico resulta perjudicial para el productor ya que se ve en la obligación de realizar fumigaciones periódicas a las plantas de tomate hortícola que se encuentran con problemas de nematodos con el fin de proteger las plantas sanas, a su vez tiene un impacto económico negativo en el productor (Salazar, A. 2013)

La mostaza caliente es una de las alternativas para la desinfección del suelo y que se utiliza en cultivo ecológico en pre y postsiembra, se pretende reducir el uso de agroquímicos.

Finalmente en la provincia de Tungurahua al disponer de un nuevo método de control de nematodos como es la incorporación de la mostaza caliente que es natural, estamos concientizando a los agricultores a disminuir el uso de agroquímicos. Mediante la incorporación de la mostaza caliente y se espera contribuir a reducir el uso de agroquímicos y la contaminación ambiental.

La presente investigación es factible porque hay todos los materiales que se van a emplear durante toda la investigación y son de fácil adquisición para el agricultor.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la mostaza caliente como proceso de desinfección de nematodos en suelo infestado luego de un cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la incorporación al suelo de mostaza caliente en dos estados fenológicos sembrado a chorro continuo y al voleo en la población de nematodos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. Antecedentes investigativos

Bello (2013), menciona que los productos químicos, obtenidos en la descomposición de la materia orgánica por la actividad de los microorganismos, que pueden tener acción nematicida, el amonio ha sido el mejor estudiado, aunque es difícil afirmar que un solo componente sea responsable de la mortalidad de los nematodos. La actividad nematicida del amonio fue reconocida por Eno, Blue y Good (1955), cuando realizaban una serie de trabajos sobre el empleo de amoniaco anhidro como fertilizante nitrogenado, al comprobar que aplicado por inyección a la concentración de 300-900 mg kg⁻¹ de suelo reducía los problemas de nematodos. Experimentos posteriores con urea, que se convierte en amonio por acción de la ureasa existente en el suelo, muestran que es un buen nematicida si se aplica en cantidades superiores a 300 mg de N kg⁻¹ de suelo. (Huebner, Rodriguez, y Patterson, 1983)

En la investigación ejecutada tal como afirman Brown y Morra (1997) citados por Bello, et al. (2014), al decir que la biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo señalan que la fermentación de la materia orgánica provoca una modificación de la atmósfera del suelo incrementando el CO₂ y disminuyendo el O₂, dando lugar a fenómenos de anaerobiosis, consiguen de 90-100% de reducción de patógenos cuando se emplea brasicas y gramíneas, al mismo tiempo que aportan microorganismos exógenos al suelo; resultando que es más eficaz cuando se cubre el suelo con plástico negro que con transparente y que las brasicas al producir isotiocianatos volátiles son más eficaces que los metil-isotiocianatos que se obtienen en la degradación del metam sodio.

Reyes (2006), manifiesta que actualmente se está incursionando en el campo una nueva alternativa para el control de nematodos fitopatógenos del suelo, la Biofumigación. Este término se refiere a la eliminación de patógenos del suelo mediante el uso de compuestos volátiles, producto de la descomposición de materia orgánica de la mostaza.

La Biofumigación hace uso del sistema defensivo de los tejidos heridos de las plantas para el control de organismos fitopatógenos presentes en el sustrato. Este mecanismo de defensa consiste en la producción de agentes defensivos llamados aleloquímicos, compuestos orgánicos que estimulan o inhiben la proliferación de plantas y microorganismos presentes en su hábitat. Las plantas del género Brassica, como la col y la mostaza, son sumamente eficientes como enmiendas orgánicas en el proceso de Biofumigación.

Bello (2013), menciona que la biofumigación es una técnica que permite utilizar la materia orgánica como las crucíferas cuya descomposición liberan sustancias tóxicas como allilisometiltiocianato que ejercen acción sobre los hongos y nematodos, la utilización de esta técnica contribuye a resolver los problemas ambientales creados por los residuos de la agroindustria, los principios activos de la mostaza son compuestos azufrados y nitrogenados, aceite fijo (25-37%), constituido por glicéridos de los ácidos oleico, linoléico, mucílagos.

Entre los beneficios que presenta esta alternativa se encuentra su potencial para controlar diversos patógenos del suelo y cambiar las propiedades físicas y químicas del suelo, de tal manera que hacen un medio favorable para el desarrollo del cultivo.

Finalmente, esta alternativa tiene un bajo costo y es de fácil acceso a los pequeños productores. De ser aplicado oportunamente, la Biofumigación tiene el potencial de mejorar nuestro entorno ecológico, económico y social. (Bello, A. 2014)

2.2. Categorías fundamentales

2.2.1. Variable independiente: cultivo de mostaza (*Sinapsis alba*)

2.2.2. Descripción botánica

La mostaza es un cultivo anual, perteneciente a la familia de las crucíferas. Alógama, con raíz delgada y fusiforme, tallos erectos de hasta 1,5 m de altura. Se adapta bien a suelos próximos a la neutralidad. Es de crecimiento muy rápido. Algunas variedades tienen acción anti-nematodos. Sensible a la sequía. Se cultiva por el aceite de sus semillas, como forrajera y por sus hojas que pueden comerse como verdura. Producen una materia verde de 10-20 Tm/ha

El ciclo del cultivo de mostaza es de 3-5 meses para poder ser cosechada toda la plantación que se encuentra en el campo como se indican en el (cuadro 1 y 2). (Cameroni, G. 2015)

CUADRO 1. DATOS FENOLÓGICOS DE CULTIVARES DE MOSTAZA SEMBRADOS EN INTA SAN PEDRO DE ARGENTINA

Origen	Fecha de siembra	Fecha de floración	Fecha de cosecha	Ciclo (Días)
Rep. Checa	14-may	23-ago	01-nov	170
Canadá	14-may	17-sep	12-nov	181
Canadá	14-may	23-ago	01-nov	170
Canadá	14-may	23-ago	01-nov	170
Argentina	14-may	23-ago	01-nov	170

Fuente: Paunero, I. (2009)

CUADRO 2. CRECIMIENTO VEGETATIVO DE ALTURA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE MOSTAZA SEMBRADA EN SAN PEDRO DE ARGENTINA (INTA)

Cultivos	N° de plantas por m ²	N° de frutos por planta	N° de semillas por fruto	N° de altura (m)	Kg/ha
M. sinapsis alba. Amarilla	44,375	89,88	3,27	1,35	1381,9
M. sinapsis alba. Marrón	72,5	74,2	10,72	1,84	1482,8
M sinapsis alba. Amarilla	59,63	66,03	3,47	1,18	699,4
M. sinapsis alba. Amarilla	56,63	88,4	3,62	1,33	677,6

Fuente: Paunero, I. (2009)

2.2.3. Clasificación taxonómica (Mostaza Caliente)

Según Suárez (2015), la clasificación taxonómica es la siguiente

Reino:	Vegetal
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Brassicales</i>
Familia:	<i>Brassicaceae</i>
Tribu:	<i>Brassiceae</i>
Género:	<i>Sinapis</i>
Especie:	<i>Sinapsis alba</i> L

2.2.4. Clima

La mostaza blanca prefiere climas fríos, aunque es capaz de adaptarse a todo tipo de temperaturas, crece a pleno sol o semi-sombra, en ambientes poco húmedos y frescos en verano y resistente a las heladas. Alturas a las que se puede cultivar son desde los 0 msnm hasta 2300 msnm.

2.2.5. Suelo

Suelo húmedo y ambiente seco con un buen drenaje del suelo, tiene un sistema de raíces muy desarrollados que le permiten aprovechar muy bien todos los nutrientes del suelo y prefiere suelo franco o arenoso que permita retener humedad o como suelos neutros y básicos con pH superior a 6, finalmente esta planta se adapta casi a todo tipo de terrenos.

2.2.6. Propagación

La mostaza blanca se propaga principalmente por semilla.

2.2.7. Propagación por semilla

Cuando el cultivo se destina a la obtención de las semillas de mostaza, se debe sembrar en primavera, entre marzo y abril para que el clima sea favorable durante los meses de desarrollo de la semilla.

2.2.8. Dosis de siembra

Se realiza con una densidad de siembra de 15 Kg/ha si es mediante el método al voleo y (4 g/m²) si se siembra sólo mostaza esto es debido al tamaño pequeño que posee la semilla de mostaza los resultados se muestra en el (cuadro 3)

CUADRO 3. RESULTADOS DE LA DOSIS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE LA MOSTAZA BLANCA, RÁBANO FORRAJERO, COLZA, SOLANUM, SOLANUM + MOSTAZA BLANCA, SOLANUM + RÁBANO FORRAJERO Y SOLANUM + COLZA.

Tratamientos	Especie	Dosis Simple (Kg/ha)	Dosis doble (Kg/ha)
Mostaza blanca	Sinapsis alba	15	30
Rábano forrajero	Raphanus sativus	20	40
Colza	Brassica napus	10	20
Solanum	Solanum sisynbriifolium	20	40
Solanum + Mostaza blanca	Solanum sisynbriifolium + Sinapsis alba	20+15	40+30
Solanum + Rábano forrajero	Solanum sisynbriifolium + Raphanus sativus	20+20	40+40
Solanum + Colza	Solanum sisynbriifolium + Brassica napus	20+10	40+20

Fuente: Estévez, Roselló y Ballester, (2005)

2.2.9. Siembra

Se siembra a mano a una distancia de 2.5 cm entre plantas a 2 cm de profundidad, una vez que han nacido y tiene unos 20 cm de alto, se ralean las plantas, de manera que queden de 7 a 12 cm de distancia.

2.2.10. Permanencia en campo

El cultivo de la mostaza caliente tiene un ciclo de 3- 4 meses desde la siembra a la floración y para ser cosechado para un proceso de industrialización es de 5 meses cuando ya está listo el grano del cultivo de mostaza.

2.2.11. Riego

Cuando la planta haya salido sus primeras 4 hojas verdaderas deberemos efectuar un riego periódicamente sin encharcar el terreno. La textura del suelo franco ya proporcionara la humedad necesaria para el desarrollo de la planta, son favorables los ambientes secos con poca humedad.

2.2.12. Cosecha

La mostaza es un cultivo de grano que se puede cosechar con la misma maquinaria hoy disponible para el cultivo de trigo, y puede ser una alternativa para los pequeños productores que han quedado fuera de escala para la siembra de los cultivos tradicionales o que deben diversificar su producción.

2.2.13. Beneficios

Como crucífera, es interesante por su rápido crecimiento, la asfixia de las malas hierbas y su capacidad de acumular nutrientes. Fácil descomposición. La mostaza es la crucífera con más potencial nematicida (Suárez, 2015)

2.2.14. Usos y Propiedades

La mostaza es un cultivo alternativo invernal de zonas templadas cuya semilla es utilizada para la obtención de harina y de aceite, de importante uso en cosmética y medicina.

Las propiedades aromáticas de la mostaza y su utilización más abundante son debidas a su riqueza en glucosinolatos, que son los precursores de un grupo de compuestos aromáticos que constituyen el aceite esencial. Durante el procesado, cuando las semillas de mostaza se trituran y mezclan con el medio líquido, la enzima mirosinasa hidroliza los glucosinolatos, transformándolos en isotiocianatos, compuestos responsables del sabor, es utilizada para la obtención de harina y de aceite, también se menciona que la biomasa del cultivo de mostaza tiene nitrógeno que va a ser incorporada al suelo en grandes cantidades (Cameroni, G. 2013)

2.2.15. Efectividad de la mostaza caliente

Mediante la incorporación del cultivo de mostaza al suelo podríamos tener unos buenos resultados para disminuir el índice de nematodos presentes en la zona de rizosfera que son muy perjudiciales para los cultivos ya que este cultivo mediante su descomposición libera un gasificante que es muy perjudicial para los nematodos y por ende produce la muerte de los nematodos y disminuye su población.

2.2.16. Componentes tóxicos de la mostaza

Principalmente glucosinolatos en el aceite esencial de la mostaza, presentes en sus semillas y en sus hojas. Alilsenevol o isotiocianatos de alilo: sustancia más abundante en el aceite esencial. Se forma en las semillas de mostaza cuando se

mezclan con agua o saliva, por acción de la enzima mirosinasa sobre la sinigrina. Es la sustancia que aporta el característico sabor picante y ardiente a las salsas y preparaciones con mostaza.

2.2.17. Principios activos de la mostaza

El cultivo de mostaza está constituido por compuestos azufrados y nitrogenados. Aceite Fijo (25-37%), constituido por glicéridos de los ácidos oleicos, linoléico, Mucílagos como se indican el (cuadro 4)

CUADRO 4. COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES DE MOSTAZA AMARILLA (*Sinapsis alba*)

Ácidos grasos	Mostaza amarilla	Mostaza café
Palmítico	3,3	3,6
Estearico	0,8	0,8
Oleico	17	19
Linoléico	12	23
Linoléico	15	15
Eicosenoico	9	12
Erucico	40	21

Fuente: Voroev, A. (2000)

2.2.18. Composición nutricional de la mostaza

CUADRO 5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE SEMILLA, POLVO, Y ACEITE DE MOSTAZA (POR 100 g).

Composición	Semilla de mostaza	Polvo de mostaza	Aceite de mostaza
Agua (g)	6,86	3,00	0
Proteína (g)	24,94	32,00	0
Grasa (g)	28,76	42,60	100
Fibra dietética (g)	1,8	2,00	0
Carbohidratos (g)	36,94	18,50	0
Ceniza (g)	4,51	4,00	0

Fuente: Thomas, K. (2004)

2.2.19. Valores químicos de los aceites de la mostaza.

CUADRO 6. VALORES QUÍMICOS DE LOS ACEITES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MOSTAZA.

Datos	B. Juncea	B. nigra	B.alba
Aceite extraído por éter de petróleo (%)	40,4	38,8	46,2
Ácidos grasos libres (%)	3,8	3,9	2,6
Glicéridos (%)	92,2	92,1	93,1
Materia insaponificable (%)	1,1	0,9	0,8
Isotiocianatos	0,58	0,8	0,28
Cianuro	0,03	0,04	0,02
Índice de saponificación (mg KOH/g)	174	175	172
Índice de yodo(cg12/g)	103	108	95

Fuente: López, E. (1999)

2.2.2. Variable dependiente: Nematodos

2.2.2.1. Descripción

Según Agrios (2009), los nematodos pertenecen al reino animal, son microscópicos, anillados, semejantes a una lombriz, están distribuidos en casi todo el mundo y parasitan tanto a animales como a plantas viven en el suelo y se alimentan principalmente en las raíces y también en las hojas, tallos y flores de las plantas.

Cuando llegan a infestar un suelo es prácticamente imposible eliminarlos. Pueden persistir en el suelo de un ciclo a otro y en varios casos por más de 20 años en ausencia de su hospedero. Para este fin, algunos géneros de nematodos han desarrollado estructuras

de resistencia como el quiste y la matriz en cuyo interior se encuentran los huevos protegidos de condiciones ambientales adversas. (Cepeda, M. 2009)

Los nematodos al alimentarse dañan las raíces afectando la función fisiológica de nutrición de la planta lo que hace que las plantas luzcan raquíticas, cloróticas, con tendencia a marchites en días calurosos y se distribuyen en forma de parches en el campo. (Duncan, L. 2011)

2.2.2.2. Taxonomía de la especie *Meloidogyne* sp.

El género *Meloidogyne*, está ubicado en el grupo de los endoparásitos sedentarios junto a especies de *Heterodera* Schmidt y *Globodera* Skarbilovich, los que han evolucionado hacia una relación de alimentación con sus hospedantes muy compleja y especializada (Hussey y Williamson, 1998)

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Género: *Meloidogyne*

Especie: *Meloidogyne* incognita

2.2.2.3. Morfología y desarrollo de la especie *Meloidogyne* sp.

El ciclo de vida de la especie *Meloidogyne* comienza con un huevo, generalmente en estado unicelular, depositado por una hembra que está completa o parcialmente 9 incrustada en una raíz del hospedero; los huevos son depositados en una matriz gelatinosa. El desarrollo del huevo comienza breves horas después de la ovoposición resultando en 2, 4, 8, más células hasta que se ve una larva completamente

formada, con un estilete, enrollada en la membrana del huevo. Este es el primer estadio larval. Después de emerger de la masa de huevos, la larva se mueve a través del suelo en busca de una raíz de la que pueda alimentarse (Tayloy y, Sasser, 1983).

En los nematodos formadores de agallas la invasión se inicia en la propia zona de elongación, su estilete no es tan robusto como para perforar las paredes celulares. Estos nematodos segregan enzimas digestivas que debilitan la lámina media entre células, y no penetran directamente al cilindro vascular. El segundo estadios juveniles se dirigen hacia el ápice de la raíz migrando a través de las células de la corteza. Provocan con los movimientos vigorosos de sus cuerpos, el debilitamiento de las paredes celulares, sin embargo no es una migración destructiva. Probablemente ellos sigan esta conducta como consecuencia da la presencia de la banda de casparium, que puede constituir una barrera física en su camino hacia el cilindro vascular (Suárez. J, 2015)

2.2.2.4. Factores que influyen sobre el ciclo de meloidogyne sp.

Los niveles poblacionales y duración del ciclo de vida de Meloidogyne sp, dependen de su adaptación al ambiente físico y biológico del suelo, su compatibilidad con la planta hospedante y el consiguiente acceso a fuentes de nutrientes. En el suelo, es difícil separar la interacción de factores tales como textura, humedad, aireación y temperatura (Van, G. 1985)

2.2.2.5. Ecología y distribución

Los nematodos se encuentran con mayor abundancia en la capa de suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad, aunque cabe mencionar que su distribuion en los suelos cultivados es irregular y es mayor en torno a las raices de las plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen hasta profundidades considerables (de 30 a 150 cm más). La mayor concentración de nematodos en la region radical de la planta hospedante se debe principalmente a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizósfera. (Brown, R. 2009)

2.2.2.6. Síntomas

Hidalgo (2008), indica que los nematodos son uno de los grupos de invertebrados más numerosos sobre la tierra, encontrándose entre ellos especies fitoparásitas de gran importancia en la agricultura debido a los problemas que causan. Una parte de los daños se generan debido a la secreción que los nematodos inyectan al alimentarse de la planta. Esta secreción afecta el tejido vegetal causando necrosis, destrucción de las paredes celulares o provocando la supresión de la división celular en el meristema apical, impidiendo así el crecimiento de la raíz. Además, los nematodos predisponen a las plantas para la infección por otros organismos, ya que al penetrar en las raíces causan cambios fisiológicos en los tejidos, lo que facilita la acción de los hongos, bacterias y virus que habitan el suelo.

Restrepo, Patiño y Castañeda (2008), establecen que los nematodos pueden dividirse en saprófagos, que se alimentan de materia orgánica en descomposición; predadores, que se alimentan de animales pequeños, incluso otros nematodos, y fitoparásitos, que se alimentan de las plantas superiores e inferiores.

En relación del control de nematodos Sánchez (2006), menciona que el objetivo de realizar un control de nematodos fitoparásitos, es disminuir la densidad de población de la plaga existente, de manera que no provoque un daño económico importante. La forma tradicional de enfocar este problema en los huertos ha sido por medio de productos sintéticos (métodos químicos con la aplicación de distintos productos nematicidas).

Aballay (2005), indica que debido a los problemas presentados por los métodos tradicionales de control y al aumento de las regulaciones de prácticas agrícolas, se ha acentuado la tendencia a buscar y emplear otras alternativas que sean más sustentables y menos dañinas para el manejo de las plagas, como por ejemplo el Sistema de Manejo Integrado, en el cual se busca una producción rentable y de alta calidad, dando prioridad a la aplicación de métodos ecológicamente más seguros, minimizando la utilización de agroquímicos y sus efectos secundarios negativos con el fin de dar protección al medio ambiente y a la salud humana.

2.2.2.7. Unidad de análisis: Control mediante prácticas culturales

a.- Barbecho

Un barbecho estricto por 1 a 2 años normalmente reducirá las poblaciones de nematodos en un 80-90 por ciento. (Nickle, W. 2002).

b.- Rotaciones

La rotación con cultivos no hospedadores es a menudo adecuada por sí misma para impedir que las poblaciones nematológicas alcancen niveles perjudiciales económicamente. Sin embargo es necesario disponer de una amplia base de datos incluyendo variabilidad entre cultivares y razas de nematodos (Lozada, S. 2009).

c.- Adición de materia orgánica

Fanag (2010), menciona que mediante la materia orgánica los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos.

En relación a las enmiendas orgánicas Arroyo (2009), menciona que son residuos de origen animal y vegetal que adicionados a los suelos mejoran sus características químicas, físicas y biológicas. Efecto de la aplicación de residuos vegetales al suelo sobre las propiedades físicas del mismo.

Menciona que los abonos verdes Arroyo (2009), son cultivos de cobertura, cuya finalidad es devolverle a través de ellos sus nutrimentos al suelo. Se hacen mediante siembras de plantas, generalmente leguminosas, solas o en asocio con cereales. Se cortan en la época

de floración (10 - 20%) y se incorporan en los 15 primeros centímetros del suelo, para regular su contenido de nitrógeno y carbono y mejora sus propiedades físicas y biológicas con vicia y cebada.

2.2.2.8. Control físico

a.- Solarización

La solarización Valiente (2013), manifiesta que la solarización del suelo es un método no convencional de control de plagas del suelo, el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos en el suelo, tales como hongos, larvas de insectos, nematodos y semillas de malezas. El método desarrollado en Israel y dado a conocer en los años de la década del 70, se ha venido aplicando cada vez más en el control de plagas de suelo en semilleros, viveros y otros cultivos de campo. El método como tal es técnicamente efectivo, económicamente factible en determinadas áreas y condiciones, y ambientalmente compatible.

b.- Vapor de agua

Vapor a 80-100 °C por 30 minutos controla efectivamente algunos nematodos patógenos. No obstante produce un impacto severo en la zona del suelo donde se desarrollan las raíces (rizosfera), a la que deja con un vacío biológico fácilmente reinfecable por otros patógenos. (Duncan, L. 2011)

c.- Encharcamiento

Donde el agua es abundante, el encharcamiento del campo se puede usar para el control de nematodos. La inundación del suelo durante 7-9 meses mata a los nematodos reduciendo la cantidad de oxígeno disponible para la respiración y aumentando la

concentración de sustancias tóxicas como ácidos orgánicos, metano y sulfuro de hidrogeno. Sin embargo puede llevar varios años destruir todas las masas de huevos de *Meloidogyne*. Una alternativa al encharcamiento continuo es utilizar ciclos de inundación, (mínimo dos semanas) alternando secado y pases de disco. (Suaréz, Z. 2008)

d.- Control biológico

Microorganismos antagonistas establecidos en el lugar de siembra antes o durante el cultivo, pueden ser usados para prevenir la infección. Varios microorganismos han sido identificados como enemigos naturales de los nematodos. Estos incluyen las bacterias *Pasteuria penetren* y *Bacillos thuringiensis* y los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticilium Chlamydosporium*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Catenaria spp.* etc. Sin embargo, para la mayoría de ellos las formulaciones comerciales no están todavía disponible. (Roman, J. 2001)

2.2.2.9. Control Químico

Christie (1991), indica que desde su punto de vista práctico, el combate de los nematodos con sustancias químicas presenta dos problemas: primero, encontrar el material eficaz y segundo, su aplicación. Ambos, especialmente el último, hallándose rodeados de dificultades como su restringido uso por diversos problemas ambientales y de costo. Los nematodos son sorprendentemente resistentes a muchas sustancias químicas y esta resistencia obedece, cuando menos en parte a la impermeabilidad de la cutícula y a la cubierta protectora de los huevos, las propiedades que permiten a una sustancia química penetrar a través de la cutícula debe tender a aumentar su eficiencia nematicida.

Existen las siguientes sustancias químicas nematicidas: hidrocarburos halogenados, fosfatos orgánicos, ditiocarbamatos y compuestos nitrogenados. Los nematicidas se clasifican de acuerdo al grupo químico en fumigantes y no fumigantes; a su vez los

fumigantes se clasifican en carbamatos y organofosforados. Entre los fumigantes se encuentran Metan sodio, cloropicrina, 1,3 dicloropropeno, bromuro de metilo de dazomet y no fumigantes como fenamifos, ethopros, thionazin, aldicard, aldoxicarb, carbofuran y Oxamyl. (Revelo, J. 2003)

2.2.2.10. Nematicidas biológicos

Arvensis Agro (2013), manifiesta que Nemaquill, es un producto natural, que incorpora en su composición las enzimas que generan microorganismos utilizados como medios de control biológico; dentro de estos medios de control están hongos, bacterias, microorganismos, turbelarias, insectos, ácaros y virus, pudiendo afectar a las poblaciones de nematodos fitoparásitos; los mismos, que son desarrollados en laboratorio e incorporados al producto en un sustrato de materia orgánica, obtenido a partir de extractos acuosos de diferentes plantas, de manera que al ser aplicado en un suelo libera las enzimas que tiene absorbidas en el sustrato orgánico, degradando éstas la quitina de los huevos de nematodo; posee una concentración con sustrato enzimático de 30,5% p/p (30,075% p/v), densidad de 1,15 g/cc y un pH de 4,2. Es un producto de aplicación vía suelo, siendo la dosis general de 10 l/ha. El producto se aplicará una vez durante el ciclo de cultivo para cultivos con ciclos inferiores a seis meses y se realizarán dos aplicaciones en cultivos con ciclos superiores a los seis meses; pudiendo variar su dosis y modo de aplicación de acuerdo al problema y fin.

Con el uso de Nemaquill se regenera la biomasa del suelo, activando la microfauna. Su acción favorece el desarrollo del sistema radicular de la planta, ya que induce a la planta aumentar la resistencia frente al ataque de diferentes tipos de patógenos de suelo (en suelos cansados y mal estructurados) u otras enfermedades radiculares que puedan afectar a su crecimiento. Por concepto no se trata de un nematicida, sino de un estimulante del bulbo radicular que controla indirectamente las poblaciones de nematodos porque actúa sobre el huevo del nematodo.

Dupont De Nemours Company. (2009), menciona que él, Vidate L, es un producto sistémico y de contacto, de aplicación foliar y al suelo, para el control de insectos, nematodos y ácaros, de clase carbamato, ingrediente activo Oxamyl (240 g de i.a./l); de acción sistémica completa con movimiento basipetálico, acropetálico dentro de la planta. El Oxamyl se mueve en mayor proporción hacia los puntos de crecimiento raíces y meristemas. Posee una amplia actividad sobre nematodos endoparásitos. La protección en la planta del Oxamyl en movimiento se da de tres maneras: foliar trans-laminar, sistémico en el suelo, hidrofílico y lipofílico. Promueve la producción de citoquininas las que a su vez promueven la división celular y el crecimiento radicular, efecto verde se incrementa la fotosíntesis.

2.3. Hipótesis

Ho: La incorporación de la biomasa de la mostaza caliente antes de la floración influye en la reducción de la población de nematodos presentes en el suelo.

H1: La incorporación de la biomasa de la mostaza caliente durante la floración no influye en la reducción de la población de nematodos presentes en el suelo.

2.4. Variables de la hipótesis

2.4.1. Variable Independiente.

Mostaza caliente

2.4.2. Variables Dependientes.

Población de nematodos

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable Independiente: Mostaza Caliente

CUADRO 7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE APLICACIÓN DE LA MOSTAZA CALIENTE

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
Es la incorporación de mostaza caliente al suelo para aprovechar el gasificante producido, para el control de nematodos en dos estados fenológicos producidos bajo dos sistemas de siembra, para el control de nematodos.	Mostaza caliente	Estado fenológico	Antes de la floración
			Floración
			Voleo
		Tipo de siembra	Chorro continuo

2.5.2. Variable Dependiente: Población de Nematodos

CUADRO 8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE POBLACIÓN DE NEMATODOS

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
Se refiere a la cantidad de nematodos presentes en el suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos con mostaza caliente.	Población	Nematodos a los cero días.	Nº de nematodos/ m ²
		Nematodos a los 60 días.	Nº de nematodos/ m ²
		Nematodos a los 110 días.	Nº de nematodos/ m ²

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación

En la presente investigación predomina el enfoque cuantitativo debido a que los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente como los días de incorporación de la mostaza caliente al suelo.

3.2. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la, Provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, Parroquia La Matriz, Barrio La Elevación propiedad del Sr: Luis Pullupaxi. Sus coordenadas geográficas son 01° 10' 00" de latitud Sur y 78° 37'00" de Longitud Oeste, a la altitud de 2716 msnm (Sistema de posicionamiento global GPS).

3.3. Materiales

a. Materiales de laboratorio

Equipo del embudo de Baermann para la extracción de nematodos.

b. Materiales de campo

Mostaza

Herramientas (azadón, barreno, pala, estilete otros.)

3.4. Caracterización del lugar

3.4.1. Clima

El cantón Píllaro posee un clima diverso modificado por la altitud, así en la zona alta que va desde los 3600 m.s.n.m. hasta los 4200 m.s.n.m., que está constituido por paramos y montes, el clima es ecuatorial de alta montaña, es decir presenta lluvias y nieve con frecuencia, el frío es intenso. La zona media, cuya altitud oscila entre los 2950 y 3600 m.s.n.m., constituidos por mesetas presenta un clima ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo, y en la zona baja que va desde los 2290 hasta los 2950 m.s.n.m. el clima es Ecuatorial Mesotérmico Seco. En mesetas o sub-paramos las precipitaciones son menores; ubicado dentro del clima ecuatorial Mesotérmico, la temperatura media anual es 13-14 C. El régimen de temperatura varía de un lugar a otro, debido a la topografía, latitud, estación del año y otros factores que determinan diferentes grados de calentamiento de la superficie terrestre, dando como resultado las diferencias de temperatura del aire y drásticos cambios ambientales con la presencia de heladas. (GAD, Municipal. 2015)

Según los datos registrados en la estación meteorológica más cercana está localizada en el colegio “Jorge Álvarez” del Cantón Píllaro obteniendo los siguientes datos de los promedios de los años 20010 al 2014, son los siguientes: temperatura media anual 14.28°C, temperatura máxima anual: 20.27°C, temperatura mínima anual: 15.28°C, precipitación media anual: 1468.8 mm, humedad relativa 86.6%, velocidad del viento 2.6m/s.

3.4.2. Suelo

El suelo de la zona pertenece al gran grupo de los Durustolls, suborden Ustolls, orden Mollisol, que son suelos minerales, con superficie muy oscura, de gran espesor y rico en carbono orgánico (epipedón móllico), de alta fertilidad (Mapa General de los Suelos del Ecuador, 1986). Se determinó las características físicas y químicas del suelo,

enviando las muestras de suelo al laboratorio de AGROBIOLAB-clínica agrícola – Quito.

3.4.3. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de la vida realizada por Holdridge (1979) el sector donde se asienta el ensayo experimental, se encuentra en la región matorral húmedo montano (mhM).

3.5. Factores de estudio

3.5.1. Estado fenológica del cultivo de mostaza

E 1 antes de la floración.

E2 en la floración

3.5.2. Método de la siembra

M 1 al voleo.

M2 chorro continuo.

3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 2x2, con análisis grupal, con tres repeticiones.

3.7. Tratamientos

Se realizó un análisis estadístico fundamentado en 2 fases de incorporación del cultivo de mostaza caliente, a partir de los cuales se analizará la normalidad de los datos, los tratamientos son 4, como consta en el (cuadro 9).

CUADRO 9. RESUMEN DE LOS TRATAMIENTOS

N°	Símbolo	Días de incorporación	Incorporación de mostaza en dos épocas fenológicas y dos métodos de siembra
1	E1M1	60 días	Antes de la floración, siembra al voleo a los 60 días
2	E1M2	60 días	Antes de la floración, siembra a chorro continuo a los 60 días
3	E2M1	110 días	Durante la floración, siembra al voleo a los 110 días
4	E2M2	110 días	Durante la floración, siembra a chorro continuo a los 110 días

Elaboración: Chango, E. (2015)

3.8. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos durante todo el proceso de la investigación mediante el programa Infostat, se analizaron los análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey 5%, para las fuentes de variación que resultaron significativos.

3.8.1. CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO

Área del ensayo: 116m²

Área por parcela: 6m²

Ancho del ensayo: 8 m

Largo del ensayo: 14.5 m

Ancho de la parcela: 2 m

Largo de la parcela: 3 m

Distancia entre repeticiones: 0.50 m

Número total de las parcelas: 12

Área por el número de parcelas: 72 m²

Área de caminos: 44 m²

Numero de tratamientos: 4

3.9. DATOS TOMADOS

3.9.1.1. Población inicial de nematodos.

Antes del manejo del cultivo de la mostaza caliente se determinó la cantidad de nematodos en 100 g de suelo. Las muestras tomadas en el campo se recolectaron en el lote establecido antes de la siembra del cultivo de la mostaza caliente. Se contabilizó el número inicial de nematodos de cada uno de los tratamientos, mediante el análisis de laboratorio. El método que se utilizó es por medio de la extracción del embudo de Baermann (Enciso, A. 2009), y de cuantificación mediante el método de la cuadrícula usando placas de conteo haciendo uso del microscopio (Coyne, D. 2009)

3.9.1.2. Determinación de la población de nematodos a los 75 días.

A los 60 días luego de aplicar los tratamientos de siembra de la mostaza caliente, al voleo y siembra a chorro continuó, se incorporaron al suelo las plantas de mostaza caliente cuando estas se encontraban en estado de desarrollo antes de la floración. Una vez incorporadas al suelo se dejó transcurrir 15 días en reposo para la descomposición del material vegetal, tiempo luego del cual se tomaron muestras de 100 gramos de suelo en diferentes sectores de los tratamientos a 0.20 centímetros de profundidad. Las muestras de suelo fueron recolectadas con la ayuda de fundas, pala y estilete, previamente desinfectados. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Técnica de Ambato, empleando para la extracción el método del Embudo de Baermann (Enciso, A. 2009) y de cuantificación mediante el método de la cuadrícula usando placas de conteo haciendo uso del microscopio (Coyne, D. 2009)

3.9.1.3. Determinación de la población de nematodos a los 125 días

A los 110 días luego de la siembra, Cuando el cultivo de la mostaza caliente llegó al estado de floración, se incorporaron las plantas al suelo y se dejó 15 días en reposo para su descomposición del material vegetal. Se tomaron muestras de 100 g de suelo a 0.20 centímetros profundidad de cada uno de los tratamientos.

Para la recolección de las muestras se utilizaron una funda, pala y estilete previamente desinfectado, para ser trasladadas al laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Técnica de Ambato, empleando para la extracción del embudo de Baermann (Enciso, A. 2009), y de cuantificación mediante el método de la cuadrícula usando placas de conteo haciendo uso del microscopio (Coyne, D. 2009)

3.9.1.4. Análisis de suelo

Para conocer datos relacionados a pH, contenido de nutrientes, materia orgánica, entre otros se realizaron dos análisis de suelo en dos épocas: antes de la siembra de la mostaza caliente y al final del ciclo de la mostaza caliente, luego de haber incorporado al suelo. Se recolecto una muestra de 1kilogramo de suelo de toda el área de siembra. Para la toma de la muestra de suelo se utilizó barreno, balde, funda y etiquetas previamente desinfectado. El análisis de suelo fue analizado en el laboratorio de suelos de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato (Anexo 4 y 5)

3.10. Metodología para determinación de nematodos del suelo.

3.10.1. Toma de la muestra

Se eliminó la capa superficial. Se tomo muestras entre 5 – 20 cm de profundidad, la colocamos en una bolsa plástica con una tarjeta que identifica el lote, el número de muestra.

3.10.2. Método de embudo Baermann

- 1.- Primeramente se procede a embalsar el embudo de Baermann.
- 2.- Colocar 100 g de suelo agrícola o dos cucharadas soperas en el cual va a ir pedazos pequeños de raíces con nódulos.
- 3.- Con ayuda de una piseta o un vaso cubrir las muestras con agua destilada.
- 4.- Posteriormente se procede a remover las muestras de suelo durante un lapso de 5 minutos.
- 5.- Colocar la muestra en el embudo de Baermann.

6.- Luego de 24 o 48 horas recoger una gota del líquido en una porta objeto.

7.- Observar al microscopio compuesto de 40 y 100X.

8.- Contar el número de nematodos que existen en cada gota.

3.11. Metodología para el análisis del suelo.

3.11.1. Métodos para tomar la muestra en el campo

Para tomar la muestra de suelo se realizó un croquis del lote. Se debe considerar que no se halle seco o húmedo, procedí a tomar las diferentes sub-muestras del lote de la siguiente manera:

Se limpió el terreno apartando las hojas, tallos, raíces o cualquier otro material vegetal. Con la ayuda de un barreno tome una pequeña muestra de suelo directamente a 20 cm de profundidad en forma de zig - zag. No es recomendable tomar muestras cercanos a caminos, acequias, arboles, surcos donde se haya aplicado abono o en sitios que por cualquier causa no sean representativos del terreno. Continúe recogiendo las sub-muestras restantes y coloque en balde de plástico apropiado previamente desinfectado.

Mediante la mezcla de todas las sub-muestras correspondientes al lote, elimine piedras, y raíces de esta muestra separe aproximadamente 1kg para enviar lo a el laboratorio para su respectivo análisis químico del contenido de nutrientes presentes en el suelo.

Envié la muestra en una funda plástica, escribiendo con letra clara y grande en la etiqueta y coloque bien la parte exterior de la funda en forma visible lo siguiente: El nombre y su localización de la finca, cultivo anterior y cultivo a implantar.

3.12. Procesamiento de la información recolectada

Las muestras analizadas en el laboratorio y mediante el método de Baermann se identificó y se cuantificó la presencia de nematodos en los respectivos estados fenológicos de la mostaza las mismas que se ordenó en cuadros de Excel y procesados mediante el programa Infostat, en el que se realizó los análisis de varianza (ADEVA), a la prueba de Tukey al 5% para variables que resultaron significantes. Para interpretar y analizar resultados y obtener las conclusiones del estudio propuesto.

3.13. Manejo de la investigación

3.13.1. Toma de muestras de suelo de nematodos

Se ubicó un lugar que se consideró infestado de nematodos considerando además que en él había predominado cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*). En el mismo que se realizó el ensayo y se elaboraron las parcelas y la ubicación respectiva de los tratamientos para lo cual se tomaron las primeras muestras de suelo de cada unidad experimental para su identificación y cuantificación el número de nematodos presentes en 100 g de suelo.

Las muestras se tomaron a 0.20 centímetros de profundidad, en forma aleatoria de 300 gramos con la ayuda de una pala previamente lavado y desinfectado, los mismos que son colocados en fundas de polietileno e identificados.

Posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para realizar el análisis correspondiente

La toma de muestras se recolectaron antes de la siembra del cultivo de la mostaza caliente, luego se realizó la primera incorporación de la planta de mostaza previamente triturado a 4 centímetros de largo a los 60 días utilizando dos métodos de siembra al voleo y chorro continuo y dejando un tiempo de descomposición del material vegetal de la mostaza durante 15 días y finalmente a los 110 días cuando el cultivo de la mostaza caliente se encontró en estado fenológica de floración culminando con un análisis químico del suelo los mismos que fueron llevados al laboratorio de suelos para ser analizados e interpretados.

3.13.2. Extracción de nematodos del suelo

La muestra que se recolecto de cada uno de los tratamientos se determinó el número inicial de nematodos mediante el análisis de laboratorio. El método que se utilizó es el de extracción del embudo de Baermann.

Esta técnica consistió en un embudo de vidrio de tamaño mediano suspendido con pinzas a un soporte universal. En su parte inferior se le ajusto una manguera de hule suave (10 cm. de largo), que se cerrara mediante una pinza de presión para impedir el paso de agua. En el interior del embudo se colocó una porción de papel filtro previamente amoldada al embudo, a continuación se procedió a añadir la muestra de suelo (100 g) previamente pesado a un vaso de precipitación de 500 ml incluyendo restos de raíces para lo cual se colocó 50 ml de agua destilada a la muestra de suelo y se disolvió por un tiempo de 5 minutos la muestra y se añadió al embudo que posteriormente se dejó en reposo 24 horas y se observó el agua filtrado con nematodos en la manguera de caucho. Posteriormente se aflojo la pinza de presión y se colecto el primer volumen de agua con nematodos en un vaso de precipitación de 25 ml que luego fue observado en el microscopio.

3.13.3. Cuantificación de población de nematodos

En un vaso de precipitación se determinó la cantidad de nematodos que hay en la solución de 10 ml. Posteriormente se extrajo una alícuota de 0.8 ml usando un gotero y se vertió la gota en una cámara de conteo la cual consiste en un portaobjetos previamente cuadrulado marcado con cuadros de 5 mm por cada lado y se procedió a colocar el cubreobjetos. Se realizó el proceso de flameado para fijar al nematodo durante un tiempo de 12 segundos y se dejó enfriar para poder observar al microscopio se utilizó la escala de severidad de Miller como la describe (Llerena B, Llerena S. 2010)

CUADRO 10. ESCALA DE SEVERIDAD DE MILLER

Escala	Descripción	Numero de nematodos por 100 g de suelo
1	Sin nematodos	0
2	Severidad baja	50
3	Severidad moderada	100
4	Severidad media	150
5	Severidad alta	Más de 200

Fuente: Llerena B, Llerena S. (2010)

3.13.4. Deshierba

Con la ayuda de una azadilla se retiró las malezas que solo se presentó en los bordes del ensayo, para evitar una proliferación de plagas o enfermedades debido a que se encontraba al lado del ensayo el cultivo de tomate hortícola en pleno desarrollo vegetativo y solo se hizo 2 veces durante el ciclo del cultivo.

3.13.5. Riego

El riego se lo realizó en forma gravitacional en cada una de las unidades experimentales. El riego se efectuó dos veces a la semana durante el primer mes para evitar la muerte de las plantas y mantener una humedad adecuado, posteriormente se lo realizó cada 7 días los respectivos riegos debido a que se aumentó la biomasa del cultivo de la mostaza caliente lo cual minimiza la evaporación del agua del suelo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Porcentaje de nematodos eliminados

Con los datos del (anexo 3), se realizó el análisis de varianza para la variable porcentaje de nematodos eliminados (cuadro 11). Presentando diferencias significativas al 1% para tratamientos y entre estados fenológicas. El coeficiente de variación fue de 16,68 % y el porcentaje de nematodos eliminados, el promedio general fue de 50,56 %.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOS

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F
BLOQUES	60,37	2	30,18	0,43 n.s
TRATAMIENTOS	1947,74	3	649,25	9,19 **
ENTRE ESTADOS FENOLOGICOS	1670,88	1	1670,88	21,95 **
ANTES DE FLORACIÓN	253,50	1	253,50	2,75 n.s
DESPUES DE FLORACIÓN	23,36	1	23,36	0,81 n.s
ERROR	1722,0	6	70,64	
TOTAL	2431,96	11		

Coeficiente de variación = 16,68 %

n.s = no significativo

** = significativo al 1%

Aplicando la prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de nematodos eliminados (cuadro 12). Se reportó dos rangos de significación. El porcentaje de nematodos eliminados fue en el tratamiento E1M1 (Antes de la floración, siembra al voleo a los 75 días), con promedio de 68,69 % nematodos ocupando el primer rango de significación, mientras que, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de nematodos eliminados fue el tratamiento E2M2 (durante la floración, siembra a chorro continuo a los 125 días), con un promedio 36,61 % nematodos ubicado en el último rango de significación.

CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOS

Tratamientos	Nematodos eliminados (%)	Rangos
E1M1	68,69	a
E1M2	55,69	a b
E2M1	40,56	b
E2M2	36,61	b

Analizando los estados fenológicos, la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de nematodos eliminados (Cuadro 13), detectó dos rangos de significación bien definidos. La mayor eficiencia en el control de porcentaje de nematodos eliminados fue en el estado fenológico E1 (antes de la floración), con una población de 62,19 % nematodos al ubicarse en el primer lugar y rango; mientras que, la etapa fenológica que presentó el menor porcentaje de nematodos eliminados fue el E2 (durante la floración), con la cantidad de 38,59 % nematodos ubicado en el último rango.

CUADRO 13. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA LOS ESTADOS FENOLÓGICOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE NEMATODOS ELIMINADOS

Estados fenológicas	Nematodos eliminados (%)	Rangos
Antes de la floración (incorporación al suelo 60 días)	62,19	A
Después floración (incorporación 110 días)	38,59	b

Los análisis estadísticos demostraron que el tratamiento que produjo los mejores resultados en disminuir la población de nematodos fue E1M1 (Antes de la floración, siembra al voleo a los 75 días) con promedio general de 50,56 % nematodos eliminados. Este resultado podría deberse a la composición biocida de la mostaza, que actuaron en el control poblacional de los nematodos. Tal como afirman Chan y Close (1987) citados por Bello, et al. (2014), al decir que el abono verde de brassica se ha considerado supresor de organismos productores de plagas y enfermedades cuando se incorpora al suelo. Además Brown, et al. (1997) citados por los mismos autores afirman que este efecto se atribuye por lo general a compuestos biocidas como los glucosinolatos, cuando se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos, que se han considerado como los productos más tóxicos para los nematodos. Se puede afirmar entonces que la incorporación de mostaza en el suelo actuó positivamente en el control de la población de nematodos existentes en el suelo que fueron sembrados continuamente cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*). Finalmente señalan que la fermentación de la materia orgánica provoca una modificación de la atmósfera del suelo incrementando el CO₂ y disminuyendo el O₂, dando lugar a fenómenos de anaerobiosis, consiguen de 90-100% de reducción de patógenos (Bello, et al. 2014).

4.2. Resultados de los análisis del contenido de nutrientes del suelo de ensayo a los cero y 140 días.

Al realizar el análisis de laboratorio del contenido de nutrientes del suelo al culminar el ciclo del cultivo de mostaza caliente y dejar en descomposición por un tiempo de 1 mes en el que se llevó a cabo el ensayo, se demostró que los contenidos de todos los nutrientes aumentaron: N de 39,14 a 65,19 ppm, P de 126,9 a 159,4 ppm, K de 1,3 a 1,4 meq/100 g, Mg de 2,1 a 2,2 meq/100 g, Cu de 3,0 a 4,0 ppm, Mn de 3,0 a 5,0 ppm y Zn de 6,0 a 8 ppm; (menor contenido a los 0 días y mayor a los 140 días) con excepción del Ca que disminuyó su cantidad de 4,8 a 4,1 meq/100 g. (cuando 140 días).

CUADRO 14. RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES DEL SUELO DE ENSAYO A LOS CERO Y 140 DIAS.

Análisis	Unidad	Análisis de suelo	
		0 días	140 días
a. pH		6,29	6,22
C.E.	us/cm	0,65	1,30
M.O	%	4,17	6,95
N-Total	Ppm	39,14	65,19
P	Ppm	126,9	159,4
K	meq/100g	1,3	1,4
Ca	meq/100g	4,8	4,1
Mg	meq/100g	2,1	2,2
Cu	Ppm	3	4
Mn	Ppm	3	5
Zn	Ppm	6	8
Ca/Mg	meq/100g	2	2
Mg/Ca	meq/100g	1,6	1,6
Ca+Mg/K	meq/100g	5,3	4,5

4.3. Verificación de la hipótesis

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, refiriéndose al efecto de la mostaza caliente en suelo hortícola infestado por nematodos, permite aceptar la hipótesis planteada, por cuanto la incorporación de la biomasa de la mostaza caliente antes de la floración influyo en la mayor reducción del número de nematodos presentes, con un promedio general de 50, 56 % de nematodos eliminados en el suelo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al termino del trabajo de investigación “Efecto de la mostaza caliente en suelo hortícola infestado por nematodos” se llega a las siguientes conclusiones:

a. Se determinó que la mostaza caliente produjo efectos positivos al controlar la población de nematodos en un 50,56 %, debido a los compuestos activos que se liberan cuando se incorpora al suelo; dichos compuestos son los glucosinolatos, que cuando se hidrolizan por la acción de la enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos; las mismas que producen efectos tóxicos suprimiendo la actividad de los nematodos.

b. Determinamos que la población de nematodos en el suelo infestado disminuyó en un 50,56% a los 60 días, cuando se incorporó la mostaza Antes de la floración, convirtiéndose en la mejor alternativa de control para la población de nematodos.

c. Se demostró que los contenidos de todos los nutrientes aumentaron: N de 39,14 a 65,19 ppm, P de 126,9 a 159,4 ppm, K de 1,3 a 1,4 meq/100 g, Mg de 2,1 a 2,2 meq/100 g, Cu de 3,0 a 4,0 ppm, Mn de 3,0 a 5,0 ppm y Zn de 6,0 a 8 ppm; (menor contenido a los 0 días y mayor a los 125 días) con excepción del Ca que disminuyó su cantidad de 4,8 a 4,1 me/100 g.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar la propuesta adjunta la mima que ha sido elaborada en base a los mejores resultados obtenidos en el proceso de la investigación.
- Al momento de finalizar la incorporación de la mostaza caliente, cubrir el suelo con plástico negro para evitar la volatilización de sus compuestos activos, que actuaran en la supresión de la actividad de los nematodos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos Informáticos

6.1.1. Instituciones Involucradas

- Universidad técnica de Ambato
- Facultad de ciencia agropecuarias
- Junta promeoras del Barrio La elevación del Cantón Pillaro

6.1.2. Título

Manejo poblacional de nematodos incorporando mostaza al suelo hortícola.

6.2. Antecedentes

La propuesta de aplicabilidad práctica, tiene como antecedentes los mejores resultados obtenidos con la realización del proyecto titulado “efecto de la mostaza caliente en suelo hortícola infestado por nematodos” bajo la responsabilidad del proponente, realizado en el Barrio la Elevación del Cantón Pillaro, bajo los siguientes valores climatológicos: Temperatura media anual 14, 28°C, Humedad 86,60 %, Precipitación 1468,8 mm.

6.3. Justificación e importancia

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010), en el país existían alrededor de 2 837 ha sembradas de tomate riñón, con una producción de 53 518 TM al año. Al respecto, en los últimos años, a lo largo del callejón interandino del país dicho rubro se ha popularizado debido a su valor de consumo en fresco, su valor nutricional, y por sus propiedades preventivas contra el cáncer al poseer dos potentes antioxidantes.

La productividad del cultivo de tomate hortícola es afectada por muchos factores adversos entre los cuales se destacan los nematodo *Meloidogyne* sp. Es uno de los patógenos más nocivos del tomate a nivel mundial, debido a que afecta severamente las raíces de este cultivo. Caracterizado por tener un hábito alimenticio polífago con un amplio rango de hospederos especialmente en países tropicales y subtropicales, esto ha hecho que sea considerado el nematodo fitoparásito de mayor importancia económica en el mundo. Los síntomas característicos de este nematodo provocan en la planta diferentes grados de manifestaciones en la planta como, falta de vigor, deficiencias nutricionales y marchitamiento bajo condiciones de estrés. Estas afectaciones generan pérdidas a nivel mundial que se estima superan los 100 billones de dolares, siendo más de la mitad de estas pérdidas atribuidas a *Meloidogyne* sp. El impacto económico del control químico resulta perjudicial para el productor ya que se ve en la obligación de realizar fumigaciones periódicas a las plantas de tomate hortícola que se encuentran con problemas de nematodos con el fin de proteger las plantas sanas, a su vez tiene un impacto económico negativo en el productor (Salazar, y Guzmán. 2013)

La mostaza caliente es una de las alternativas para la desinfección del suelo y que se utiliza en cultivo ecológico en pre y postsiembra, se pretende reducir el uso de agroquímicos.

Finalmente en la provincia de Tungurahua al disponer de un nuevo método de control de nematodos como es la incorporación de la mostaza caliente que es natural, estamos

concientizando a los agricultores a disminuir el uso de agroquímicos. Mediante la incorporación de la mostaza caliente y se espera contribuir a reducir el uso de agroquímicos y la contaminación ambiental.

6.4. Objetivo

Incorporar al suelo follaje de mostaza caliente antes de la floración para el control poblacional de nematodos en suelos hortícolas.

6.5. Análisis Factibilidad

La presente propuesta es factible su aplicación por las siguientes consideraciones:

1. Es una estrategia amigable con el ambiente.
2. Se evita la utilización de sustancias tóxicas para el control de nematodos.
3. Potencializa la producción de cosecha no contaminada.
4. Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo
5. Es de fácil aplicación para los agricultores

6.6. Fundamentación

Gusqui, Oña, Huisha y Lasso (2010), citan que el ataque severo de nematodos, debido a la falta de conocimiento para el manejo adecuado de esta plaga, inciden en el uso indiscriminado de nematicidas químicos sistémicos para combatir esta enfermedad, provocando daños severos a la salud de los agricultores y por ende al medio ambiente.

De otra parte Guerrero (2012), menciona que por el uso indiscriminado de los agroquímicos se estima que cada año ocurren alrededor de tres millones de intoxicaciones

por los agroquímicos en el Ecuador especialmente en la provincia de Imbabura por el control de nematodos.

Caram (2013), indica que el Encuentro Regional de Agroecología realizado en Bella, en la que agricultores familiares y organizaciones expresaron la necesidad y urgencia de generar nuevos vínculos entre productores, consumidores, Estado y ONGs. Puntualizaron además que es imprescindible concientizar y denunciar el impacto ambiental causado por el uso indiscriminado de agroquímicos.

Salazar (2012), menciona que el incremento en las áreas de siembra de tomate hortícola, ha generado preocupación debido al desconocimiento que existe relacionado al problema fitosanitario que los nematodos representan. Preocupa también el aumento en el uso de agroquímicos en la zona, para el control de plagas especialmente nematicidas para el control de nematodos fitoparásitos. Esta preocupación se basa en que históricamente los nematicidas han sido utilizados irracionalmente y han causado daño a la salud humana y al ambiente, debido a la falta de conocimiento de técnicas naturales de desinfección del suelo como la solarización, agua caliente, rotación de cultivos entre otros métodos que son efectivos para el control de nematodos.

6.7. Administración

La propuesta será administrada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, conjuntamente con la directiva del Barrio la Elevación del Cantón Pillaro. La propuesta podrá ser aplicada en otros lugares de condiciones ecológicas similares.

6.8. Previsión de la Evaluación

Se realizara en un plazo de un año, mediante acciones de evaluación (Encuesta), que incluirá la participación de los administradores y los agricultores del Barrio La Elevación, se medirá el nivel de aplicación de la propuesta.

6.9. Manejo técnico

6.9.1. Selección del área

Se seleccionará el terreno contaminado con nematodos para el establecimiento del cultivo de mostaza, el mismo que debe ser sembrado al voleo a razón de 454 g/ 100 m² o “1 lb / 100 m²”.

6.9.2. Preparación del suelo

Se efectuará el arado del terreno para que se encuentre mullido el suelo, la siembra se lo realizará al voleo, y posteriormente se procederá al tapado de la semilla de mostaza caliente mediante la ayuda de una rama.

6.9.3. Deshierba

Con la ayuda de una azadilla se eliminará las malezas más sobresalientes en el cultivo de mostaza caliente para evitar la competencia.

6.9.4. Riego

Para la siembra de mostaza caliente, se procurara aprovechar la presencia de lluvias, sin embargo y de ser necesario se da riegos en forma gravitacional por el método de inundación, para aumentar la biomasa del cultivo de mostaza caliente.

6.9.5. Incorporación de la mostaza caliente

Realizar la incorporación de las plantas (biomasa), de mostaza caliente antes de la floración, para tener un buen control poblacional de nematodos presentes en el suelo, recomendándole realizar pequeños trozos de 5 centímetros del material vegetal de la mostaza caliente, esta labor se deberá realizar a los 60 días después de la siembra de la mostaza. La siembra del cultivo comercial, que podría ser tomate hortícola, puede realizarse 30 días después de la incorporación de la mostaza caliente, considerando que en este tiempo se producirá la descomposición del material vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

Libros, tesis y revistas

- Agrio, GN. 2009. Fitopatología. 5 Ed. Limosa. UTEHA. México. 734-742 p.
- Bello , A. 2014. Biofumugacion y solarizacion como alternativa al Bromuro de metilo, fundamentos de la biofumigación. Departamento agroecologico. Madrid. España. 19 p
- Bello, A. 2013. La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos. Departamento Agroecologico. Madri. España. 19 p
- Brown, R. 2009. Principios y prácticas en el control de nematodos. Academia Press. Sydney. Australia. 345 p.
- Cepeda, M. 2009. Nematologia Agricola. Trillas. México D.F. 234 p
- Christie, J. 1991. Nematodos de vegetales, su ecologia y control. México, Centro regional de Ayuda Técnica. 78 p
- Coyne, D. 2009. Nematologia prácticta. Internacional Institute of Agriculture. Cotonu, Benin. 92 p
- Duncan , L. 2011. Current options for nematode management. Annual Review of Phytopathology. CAB International. New York. USA. 134 p
- Dupont De Nemours Company. 2009. Ficha Técnica vidate. 2 p
- Enciso, A. 2009. Introduccion a la nematología. Salmero. Murcia. 52 P
- Fanag, N. 2010. Produccion organica. 25p.
- GAD. 2014. Datos climatológicos del cantón pillaro de la zona alta, media y baja. (GAD). Gobierno Autónomo descentralizado del cantón pillaro. Pillaro. Tungurahua. Ecuador. 76 p

- Guerrero, A. 2012. Conocimientos y uso de medidas preventivas por los agricultores en el manejo de agroquímicos para nematodo. Otavalo, Ibarra, Ecuador. 34 p.
- Gusqui, L; Oña, V; Huisha, C; Lasso, R. 2010. Eficiencia de los nematicidas de origen biológicos aplicados en dos frecuencias para el control del nematodo nudo de la raíz (*Meloidogyne sp*) en el cultivo de tomate riñon (*Lycopersicon esculentum*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador. Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. 45p.
- Hidalgo, D. 2008. Actividad nematicida sobre (*Meloidogyne hapla*) de extractos acuosos de especies arbóreas y arbustivas de la zona sur de Chile. Valdivia. Chile. Tesis. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía. 120 p
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del inglés por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. Libros y Materiales Educativos N°. 34. 261 p.
- Huebner, R; Rodriguez, R; y Patterson, M. 1983. Hemicellulosic waste and urea for control of plant parasitic nematodes, effects on soil enzyme activities. Nematologica. Madrid. España. 19 p.
- Hussey, R. y Valerie, W. 1998. Plant and nematode Interactions. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism, 87-108 p.
- INEC, 2010. (Instituto Nacional de Estadística y Censo, EC). III Censo Nacional Agropecuario 2010. Ambato, EC. P 190.
- Llerena, B. y Llerena, S. 2010. Control de nematodo meloidogyne sp. en tomate riñon (*Lycopersicon esculentum*) híbrido Memoneta con tres dosis de Intercept y Nemasol en la parroquia Yaruquí, provincia Pichincha. Tesis. Universidad Estatal de Bolívar, 166 p
- López, E. 1999. Valores químicos de los aceites de las principales especies de mostaza con sus características químicas, botánicas y su aplicación en el área de alimentos. Fundación Universidad de las Américas Puebla. México. 9 p

- Lopez , E. 2014. Bello, A.; J. A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche; L. de León; R. Sanz; M. Escuer. 1999a. Local resources as methyl bromide alternatives in nematodes control. Abstracts of the XXXI Annual Meeting ONTA, June 21 25, San Juan, Puerto Rico. 19 p.
- Lozada, S. 2009. Seminario Nacional de Frutales de Clima Frío, 78 p
- Nickle, W. 2002. Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker. New York, USA. 135 p.
- Restrepo, C; Patiño, F; Castañeda, A. 2008. Efecto de los nematodos en la cantidad y calidad de raíces y métodos de evaluación. Revista Politécnica,12p
- Revelo, J. 2003. Manejo Integrado de Nematodos del quiste de la papa en Ecuador. Nematológico. Ecuador,105 p
- Reyes, J. 2006. Biofumigación con (*Brasica Oleracea*) como control de nematodos en cultivos de jitomate en Jiutepec, Morelos.
- Roman, J. 2001. Diagnostico y combate de nematodos. Puerto Rico: Universidad de puerto rico. 25 p
- Salazar , W. 2012. Distribución poblacional, relación planta patógeno y niveles de susceptibilidad a extractos botánicos de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del tomate. San Jose. Docinade, 36 p
- Salazar, A. 2013. Nematodos fitoparasitos asociados al tomate en la zona occidental de nicarahua, aronomía mesoamerica, 27- 36 p
- Sánchez , I. 2006. Determinación de la época de aplicación de nemacur y extracto de quillay, para el control de meloidogyne spp. en cinco estados fenologicos de vid cv.chardonnay. Tesis ING. Agr. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias , Santiago. 258 p
- Suárez, Z. 2008. Nematodo asociado a los frutales y su control. I: Frutales perennes. Mexico D.F. 58 p
- Suárez, J. 20015. Evaluación de la eficiencia de productos orgánicos y biológicos en el control del nematodo agallador (*Meloidogyne sp*) en tomate riñón

(Licopersicum sculentum) bajo invernadero en la zona de Natabuela provincia de Imbabura. Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agronómica. Carchi. Ecuador. 64 p

- Taylor, A; Sasser, N. 1978. Biologic and dentification and Control of Root Knot Nematodes (Meloidogyne species), Crop Pub. of the Dept. of Patrol North. 45 p.
- Thomas , k. 2004. Composición nutricional de semillas polvo y aceites de mostaza. Fundación Universidad de las Américas puebla, Mexico. 9 p
- Valiente, J. 2013. Control de nemátodos mediante solarizacion y biofumigación como tratamiento del suelo. Asociación de Ingenieros Agronomos del noreste de entre ríos. 1 p.
- Van Gundy, S. 1985. "Ecology of Meloidogyne spp. Emphasis on enviromental factors affecting survival and pathogenicity. An Advanced Treatise on Meloidogyne. 56 p
- Voroev, A. (2000). Composición de ácidos grasos de los aceites de mostaza amarilla brasica alba y mostaza café brasica júncea. Fundación Universidad de las Américas puebla, Mexico. 9 p

Internet

- Aballay, E. 2005. Uso de plantas antagónicas para el control de nemátodos fitoparásitos en vides. Consultado el: 15 de abril del 2014. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/montealegre_j/19.html
- Arroyo, N. 2009. Enmiendas Orgánicas. Consultado el 17 de abril del 2014. Disponible en: <http://enmiendasorganicas.blogspot.com/>
- ARVENSIS. 2013. Descripción del producto Nemaquill. España. Consultado el 20 de Abril del 2014. Disponible en: <http://www.arvensis.com/es/ecologyc/nemaquill/id/146>
- Cameroni , G. 2013. Semillas de mostaza. Argentina. Subsecretaría de Agregado de Valor y Nuevas Tecnologías. Dirección de Agroalimentos. Consultado el 18 de abril del 2014. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Mostaza_201
- Caram, D. 2013. Corrienteshoy. Consultado el 18 de abril del 2014. Disponible en: http://www.hoycorrientes.com/vernota.asp?id_noticia=103908
- Estévez, S; Roselló, J; Ballester, R. 2005. Dosis de siembra del cultivo de la mostaza blanca, rábano forrajero, colza, solanum, solanum mas mostaza blanca, solanum mas rabano forrajero y solanum mas colza. Obtenido de <http://www.ivia.es/documentos/objetivosproyectos/ruralcaja/pdfs-ensayos/LBA.pdf>
- Paunero , I. 2009. Evaluación fenológica de cultivares de mostaza (Sinapis alba L.) en San Pedro. Campaña 2008. Consultado el 07 de julio del 2015. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/busqueda/p/buscar/evaluacion%20fenologica%20de%20cultivares%20de%20mostaza/type/0__all
- Paunero, I. 2009. Crecimiento vegetativo de altura y componentes del rendimiento de cultivares de mostaza. Consultado el 07 de julio del 2015. Disponible en:

<http://inta.gob.ar/documentos/el-marco-del-proyecto-de-aromaticas-para-la-region-pampeana-durante-la-campana>- 20

ANEXOS

Anexo 1. Cantidad de nematodos a los cero (días).

Tratamientos		Repeticiones				
N°	Símbolo	I	II	III	Suma	Promedio
1	E1M1	220	213	175	608	202,67
2	E1M2	188	175	206	569	189,67
3	E2M1	200	213	175	588	197,00
4	E2M2	193	188	193	574	191,33

Anexo 2. Cantidad de nematodos a los 75 y 125 (días).

Tratamientos		Repeticiones				
N°	Símbolo	I	II	III	Suma	Promedio
1	E1M1	50	75	63	188	62,67
2	E1M2	63	100	83	246	82,00
3	E2M1	125	125	100	350	116,67
4	E2M2	138	113	113	364	121,33

Anexo 3. Porcentaje de nematodos eliminados 75 y 125 (días)

Tratamientos		Repeticiones					Suma G	X grupos
N°	Símbolo	I	II	III	Suma	Promedio		
1	E1M1	77,27	64,79	64	206,01	68,69	105,04	62,52
2	E1M2	66,49	42,86	59,71	169,06	56,35		
3	E2M1	37,5	41,32	42,86	121,68	40,56	77,17	38,59
4	E2M2	28,5	39,89	41,45	109,84	36,61		

Anexo 4. Análisis del suelo antes de la incorporación de la mostaza



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO FIAGR

Calle 1901 334 Telf: 708197-708177 Fax 708291 Coviñas - Tungurahua

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO FIAGR



Datos del cliente:

NOMBRE: Edgar Anibal Chango Palate		COD. LAB: 66 2014
ATENCIÓN: Edgar Anibal Chango Palate		MUESTRA: Suelo
DIRECCIÓN: Parr. Picañhua		MATRIZ: S
PROVINCIA: Tungurahua		ANÁLISIS: Completo
CANTÓN: Ambato		

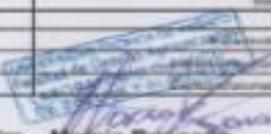
Datos de la muestra:

DIRECCIÓN: Pillaro barrio la elevación		FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 06/06/2014
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Edgar Anibal Chango Palate		INGRESO AL LAB.: 14/11/2014
LOTE:		SALIDA: 25/11/2014
CULTIVO ANTERIOR:		
CULTIVO ACTUAL:		

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
suelo agua 1:2.5		6.29	Lto
C.E. extracto suelo agua 1:2.5	mmhos	0.65	
Textura Clase Franco Arenoso			
Arena	%	54	
Limo	%	40	
Arcilla	%	6	
M.O.	%	4.17	M
N - TOTAL	ppm	39.14	M
P	ppm	125.5	A
K	meq/100 g	1.3	A
Ca	meq/100 g	4.8	A
Mg	meq/100 g	2.1	A
Cu	ppm	3	M
Mn	ppm	3	B
Zn	ppm	6	M
Ca/Mg	meq/100 g	2	O
Mg/K	meq/100 g	1.6	B
Ca+Mg/K	meq/100 g	5.3	B

INTERPRETACIÓN	
W As	Muy Alto
Ar	Alto
W As	Mediamente Alto
L As	Ligeramente Alto
P S	Mediamente Bajo
L As	Ligeramente Alto
Mn As	Mediamente Alto
Al	Alto
S	Bajo
B	Bajo
W	Medio
A	Alto
V	Bajo
W S	Medio Bajo
L S	Ligeramente Bajo
S	Bajo
W S	Muy Bajo
O	Bajo

Parámetro analizado	Método	Equipo
N	Elemental	PreConcentrado Oxis 9805
C	Elemental	PreConcentrado Oxis 9802
Textura	Sedimentación	Laboratorio Neotoma
M.O.	Gravimetría	Balanza Analítica
N - Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Open Mod	Perforador de Muestra con microscopio Digital 20
K Ca Mg	Open Mod	Perforador de Muestra con ICP-AES Perkin Elmer 100
Pb Cu Mn Zn	Open Mod	Perforador de Muestra con AAS Perkin Elmer 100



Quím. Marcia Bernaldo
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS

Anexo 5. Análisis del suelo al finalizar el ciclo del cultivo de la mostaza



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR



Calle 18-81-324 Telf: 348151-348171 Fax 348231 Cuenca: Tungurahua

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Datos del cliente:

NOMBRE: Edgar Anibal Chango Palate		COD. LAB: 11 2015	
ATENCIÓN: Edgar Anibal Chango Palate		MUESTRA: Suelo	
DIRECCIÓN: Parr. Pichigua		MATRIZ: S	
PROVINCIA: Tungurahua		ANÁLISIS: Completo	
CANTÓN: Ambato			

Datos de la muestra:

DIRECCIÓN: Pflano Isberro la elevación		FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 05/02/2015	
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: Edgar Anibal Chango Palate		INGRESO AL LAB: 05/02/2015	
LOTE:		SALIDA: 28/02/2015	
CULTIVO ANTERIOR:			
CULTIVO ACTUAL:			

ANÁLISIS	Unidad	Valor	M/Ref
pH extracto suelo:agua 1:2.5		6.22	Ls
C.E. extracto suelo:agua 1:2.5	mmhos	1.30	M
Textura	Clase		
Arena	%		
Limo	%		
Arcilla	%		
M.O.	%	6.95	A
N - TOTAL	ppm	85.19	A
P	ppm	150.4	A
K	meq/100 g	1.4	A
Ca	meq/100 g	4.1	A
Mg	meq/100 g	2.2	A
Cu	ppm	4	M
Mn	ppm	5	M
Zn	ppm	8	A
Ca/Mg	meq/100 g	2	O
Mg/K	meq/100 g	1.5	B
Ca+Mg/K	meq/100 g	4.5	O

INTERPRETACION	
M-Ac	Muy Acido
Ac	Acido
M-Ac	Mediamente Acido
L-Ac	Ligeramente Acido
P-N	Fertilmente Neutro
L-AL	Ligeramente Alcalino
M-Ac	Mediamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Tufo
N-S	No Salino
L-S	Ligeramente Salino
S	Salino
M-S	Muy Salino
O	Otros

Parámetro analizado	Método	Equipo
pH	Electroquímico	P-20 Conductimetro Ohaus 5504
C-E	Electroquímico	P-20 Conductimetro Ohaus 5504
Textura	Sedimentación	L-1000000 Sedimentador
M.O.	Gravimétrico	Balanza Analítica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fósforo	Colorimétrico	Espectrofotómetro Genesys 20
K, Ca, Mg	Colorimétrico	ESPEC-20000-01-A-1 Partin Elmer 130
Fe, Cu, Pb, Zn	Colorimétrico	ESPEC-20000-01-A-1 Partin Elmer 130

Quim. **Marcia Buerano**

RESPONSABLE DEL ANALISIS

Anexo 6. FOTOGRAFÍAS



1. Ubicación del ensayo



2. Limpieza del terreno



3. Limitación de parcelas



4. Toma de muestras de nematodos



5. Elaboración de las parcelas



6. Riego Gravitacional



7. Método de siembra a chorro continuo



8. Método de siembra al voleo



9. Cultivo de mostaza 60 días



10. Arranque del cultivo de mostaza



11. Picado del cultivo de mostaza



12. Incorporación de la mostaza



13. Riego en la incorporación de la mostaza



14. Descomposición del material vegetal 15 días



15. toma de muestra de nematodos 75 días



16. Floración a los 110 días



17. Arranque del cultivo



18. Picado del cultivo de mostaza



19. Incorporación del cultivo de mostaza



20. Incorporación finalizada



21. Toma de muestras para análisis del contenido de macro y micronutrientes



22. Toma de muestras de suelo para la cuantificación de nematodos



23. Pesaje de la muestra



24. Preparación de la muestra



25. Armado de embudo de Baermann



26. Filtración por 24 horas



27. Obtención de la solución de la extracción



28. Placa de conteo



29. Preparación de la placa de conteo



30. Flameado



31. Conteo de nematodos *Meloidogyne incognita* sp.