

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA

**BIOFUMIGACIÓN CON BRASSICACEAS PARA EL
CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE
PAPA**

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para
obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO

TUTOR:

Ing. SEGUNDO CURAY, Mg.

CEVALLOS – ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO, portador de la cédula de identidad número: 1804358875, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “BIOFUMIGACIÓN CON BRASSICACEAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA”, es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

.....

CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “BIOFUMIGACIÓN CON BRASSICACEAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, 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 este Informe Final, o de parte de él.

.....
CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO

“BIOFUMIGACIÓN CON BRASSICACEAS PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA”

APROBADO POR:

Ing. Mg. Segundo Curay

TUTOR

Ing. Mg. Paúl Ortiz

ASESOR DE BIOMETRÍA

REVISADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

FECHA

Ing. Mg. Hernán Zurita

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Mg. Eduardo Cruz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Pedro Pomboza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a ti Papito Dios por bendecirme todos los días y darme salud y vida, por haber permitido culminar una meta más en mi vida y hacer realidad mis sueños.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme acogido en sus aulas y a la vez permitirme terminar mis estudios y brindarme un futuro profesional que será parte de mi vida.

A mi tutor Ing. Mg. Segundo Curay que con su amistad, confianza y conocimientos, me brindó todo su apoyo para culminar la investigación, al Ing. Mg. Paúl Ortiz, Asesor de Biometría e Ing. Mg. Eduardo Cruz, Asesor de Redacción Técnica por sus conocimientos y su colaboración constante en la culminación de este trabajo.

CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida, guiarme por un buen camino y haber permitido culminar mi carrera.

A mi Querida Madre, Elvia, que con su ejemplo de trabajo y lucha constante han sido mi apoyo fundamental para alcanzar mis metas.

A mi abuelito Adriano y abuelita Teresa, por ser mis segundos padres y estar en los momentos más importantes en mi vida, por sus consejos que han sido de gran ayuda para mí vida.

A toda mi familia quienes con sus consejos y palabras de aliento pude salir adelante y culminar mi carrera.

CLAUDIO DAMIAN SILVA ARAUJO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	5
2.2.1. Variable Dependiente: Control de Nematodos.....	5
2.2.2 Variable Independiente: Biofumigación con Brassicaceas	9
2.2.3 Unidad de Análisis: Cultivo de papa.....	12
CAPÍTULO III	15
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	15
3.1. HIPÓTESIS	15
3.2. OBJETIVOS	15
3.2.1. Objetivo General	15
3.2.2. Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO IV	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	16
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	16
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	16
4.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	18
4.5. TRATAMIENTOS	18
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	19
4.7. VARIABLES RESPUESTA.....	19
4. 8. MANEJO DEL ENSAYO	20

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	23
CAPÍTULO V	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5. 1. RESULTADOS	24
5.1.1 Descripción de las variedades de brassicaceas existentes en Querochaca	24
5.1.2 Porcentaje de mortalidad	27
5.1.3 Volumen de raíz del cultivo de papa	28
5.1.4 Altura de planta	28
5.1.5 Número de tubérculos por planta	29
5.1.5 Número de tubérculos de primera	29
5.1.6 Identificación de los nematodos	30
CAPÍTULO VI	32
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	32
6.1 CONCLUSIONES	32
6.2. BIBLIOGRAFÍA	33
6.3. ANEXOS	38
CAPÍTULO VII.....	54
PROPUESTA	54
7.1 TÍTULO	54
7.2 DATOS INFORMATIVOS	54
7.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	54
7.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	54
7.5 OBJETIVO	55
7.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	55
7.7 FUNDAMENTACIÓN.....	55
7.8 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	56
7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Tratamientos.....	18
Tabla 2.- Características del Nabo Blanco (<i>Brassica rapa</i>)	24
Tabla 3.- Características del Nabo Lila (<i>Brassica rapa</i>).....	24
Tabla 4.- Características del Nabo Amarillo (<i>Brassica rapa</i>).....	25
Tabla 5.- Características botánicas de las brassicaceas (<i>Brassica rapa</i>).....	25
Tabla 6.- Características de la Mostaza (<i>Sinapis alba</i>)	26
Tabla 7.- Características botánicas de la brassicacea (<i>Sinapis alba</i>).....	26
Tabla 8.- Resultado de análisis de nematodos	30
Tabla 9.- Resultados, Porcentaje de mortalidad, Volumen de raíz, Altura de planta, Numero Tubérculos por planta, Numero de tubérculos de primera	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 40 Días	38
Anexo 2.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 80 Días	38
Anexo 3.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 120 Días	39
Anexo 4.- Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 30 Días	39
Anexo 5.- Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 60 Días	40
Anexo 6.- Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 90 Días	40
Anexo 7.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 30 Días	41
Anexo 8.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 60 Días	41
Anexo 9.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 90 Días	42
Anexo 10.- Datos obtenidos del Número de tubérculos por planta.....	42
Anexo 11.- Datos Obtenidos del Número de tubérculos de Primera.....	43
Anexo 12.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 0 Días	43
Anexo 13.- Datos Iniciales de los Nematodos Vivos y Muertos.....	44
Anexo 14.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad de nematodos.....	45
Anexo 15.- Siembra de las variedades de brassicaceas	46
Anexo 16.- Siembra en el campo las variedades de brassicaceas	46
Anexo 17.- Las variedades de brassicaceas en flor	47
Anexo 18.- Picado de las brassicaceas	47
Anexo 19.- Incorporación de las brassicaceas en una dosis de 3kg/m ² a los 0 días	47
Anexo 20.- Incorporación de las brassicaceas en una dosis de 6kg/m ² a los 30 días	47
Anexo 21.- Determinación del volumen de raíz de la papa.....	48
Anexo 22.- Determinación del volumen de follaje de la papa	48
Anexo 23.- Altura de la planta del cultivo de papa	48
Anexo 24.- Selección de tubérculos	48
Anexo 25.- Método de Baermann.....	49
Anexo 26.- Observación y contabilización de los nematodos.....	49
Anexo 27.- Elutriador de Fenwick	49
Anexo 28.- Número de nematodos por metro cuadrado a los 0 días.....	49
Anexo 29.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 40 días.....	50
Anexo 30.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 80 días.....	50
Anexo 31.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 120 días.....	50

Anexo 32.- Análisis del suelo del nematodo Globodera en la granja experimental “INIAP”	51
Anexo 33.- Fotografías del Quiste de Globodera en la granja experimental “INIAP” .	52
Anexo 34.- Fotografías del nematodo Globodera en la granja experimental “INIAP” .	53

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de los cuatro tipos de brassicáceas para el control de nematodos en el cultivo de papa, el mismo que se realizó en la propiedad de la señora Targelia Silva, en la Provincia de Tungurahua, Cantón Quero, en la Comunidad de Gualcanga San Nicolás. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a la altitud de 3 309 msnm y en las coordenadas geográficas: latitud 01°22'48" S y longitud 78°36'34" O".

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 2+1 y tres repeticiones, además se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental, se realizaron las pruebas de significación de Tukey al 5%. Las variables evaluadas fueron: número de nematodos a los 0 días, número de nematodos muertos a los 40, 80, y 120 días, volumen de raíz a los 30, 60, y 90 días del cultivo de papa, altura de la planta a los 30 -60 -90 días del cultivo de papa, número de tubérculos por planta, número de tubérculos de primera e identificación de los nematodos, Los mejores resultados en los parámetros medidos se obtuvieron con la brassicácea mostaza (*Sinapis, alba*), con una dosis de 9kg/ m², con medias de 23,33% , 13,33%, 20,00%, en el porcentaje de mortalidad de los nematodos a los 40, 80 y 120 días. En el volumen de raíz del cultivo de papa a los 30 y 60 días no presentó diferencias estadísticamente significativas, a los 90 días la brassicácea nabo blanco (*Brassica rapa*) fue el que registró el mejor volumen radicular, con una media de 70,00 cc. Altura de planta presentó los mejores resultados con la brassicácea nabo lila (*Brassica rapa*), con medias de 33,33cm, 56,33cm y 75cm a los 30, 60 y 90 días respectivamente. El Número de tubérculos por planta, se presenta el mejor resultado con nabo amarillo (*Brassica rapa*), con una media de 20,67. Número de tubérculos de primera presentan los mejores resultados el nabo lila (*Brassica rapa*) y el nabo amarillo (*Brassica rapa*), con medias de 7,00 y 6,33, debido probablemente a que las sustancias presentes en el suelo del cultivo disminuyeron el porcentaje de patógenos lo cual incidió positivamente en su desarrollo y el nematodo de mayor presencia que hubo en el cultivo de papa fue *Globodera sp*, lo cual se lo pudo identificar en las muestras de suelo.

Palabras Claves: *Sinapis, alba*, *Brassica rapa*, *Globodera*.

SUMMARY

The present research work was carried out with the objective of determining the effect of the four types of brassicaceae for the control of nematodes in the potato crop, the same that was carried out on the property of Mrs. Targelia Silva, in the Province of Tungurahua Cantón Quero, in the Community of Gualcanga San Nicolás. According to the Global Positioning System (GPS) is at the altitude of 3 309 meters above sea level and at the geographic coordinates: latitude 01 ° 22'48 "S and longitude 78 ° 36'34" W".

The experimental design of randomized complete blocks with a factorial arrangement of 4 x 2 + 1 and three repetitions was used. In addition, the analysis of variance (ADEVA) was performed, according to the experimental design, Tukey significance tests were performed at 5%. . The variables evaluated were: number of nematodes at 0 days, number of dead nematodes at 40, 80, and 120 days, root volume at 30, 60, and 90 days of potato cultivation, height of the plant at 30 -60 -90 days of potato cultivation, number of tubers per plant, number of first tubers and identification of nematodes. The best results in the parameters measured were obtained with mustard brassicaceae (*Sinapis, alba*), with a dose of 9kg / m², with averages of 23.33%, 13.33%, 20.00%, in the mortality percentage of the nematodes at 40, 80 and 120 days. In the root volume of the potato crop at 30 and 60 days did not present statistically significant differences, at 90 days the brassicaceae white turnip (*Brassica rapa*) was the one that recorded the best root volume, with an average of 70.00 cc. Plant height presented the best results with the brassicaceae turnip lila (*Brassica rapa*), with 33.33cm, 56.33cm and 75cm stockings at 30, 60 and 90 days respectively. The number of tubers per plant, the best result is presented with yellow turnip (*Brassica rapa*), with an average of 20.67. Number of first tubers show the best results the turnip lila (*Brassica rapa*) and the yellow turnip (*Brassica rapa*), with averages of 7.00 and 6.33, probably due to the fact that the substances present in the soil of the crop decreased the percentage of pathogens which had a positive impact on its development and the nematode with the greatest presence in the potato crop was *Globodera* sp, which could be identified in the soil samples.

KEYWORDS: *Sinapis, alba, Brassica rapa, Globodera.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas a nivel mundial está expuesta a problemas de patógenos que atacan a raíces y partes aéreas y que consecuentemente reducen la producción y calidad de los cultivos. Dentro de las plagas y enfermedades de hortalizas destacan aquellas causadas por hongos, bacterias y nematodos originados en el suelo.

Según Godoy & Gastélum (2013) en áreas con bajas temperaturas como es el caso de la serranía ecuatoriana, el nematodo de la papa, constituye uno de los problemas fitosanitarios más serios en el cultivo de la papa a nivel mundial, además de dañar directamente a la planta y tener su impacto negativo en la producción, una vez presente en los lotes infestados donde se siembra papa, constituye una amenaza para la movilización de tubérculos para semilla.

Los signos de daño en el cultivo de papa se presentan con manchones en el follaje, mostrando, poco desarrollo, clorosis y marchitez y con sistema radical es de tamaño reducido, sobre todo cuando se tienen altas poblaciones de los nematodos. Los síntomas inducidos por estos nematodos en los cultivos se pueden diferenciar de otros fitopatógenos por la presencia de quistes en la superficie de las raíces. (Godoy & Gastélum, 2013)

Las pérdidas de rendimiento por nematodos son difíciles de predecir, porque dependen entre otros factores del nivel de infestación y de la variedad cultivada. El cultivo de la papa es de gran importancia en el ámbito mundial ya que ocupa un cuarto lugar después de los cereales como el trigo, arroz, maíz; esto en cuanto al área sembrada y al consumo.

La papa en Ecuador es uno de los cultivos tradicionales, el cual en la Provincia de Tungurahua contribuye con una fracción significativa en el nivel de la producción nacional. Este tubérculo es atraído al ataque de varias plagas principalmente a los nematodos, los cuales a través de los años a alcanzado altos niveles de infestación en el suelo lo que ha provocado pérdidas en la producción. (INCOPA, 2013).

Reyes (2006) en la investigación sobre la Biofumigación con brasicáceas explica que la necesidad de encontrar métodos sustentables que reduzcan estos problemas se ha vuelto de gran interés para los agricultores. El manejo tradicional para reducir o controlar patógenos del suelo ha sido el uso de desinfectantes químicos uno de los más utilizados hoy en día, el bromuro de metilo. Precisamente debido a la prohibición de este químico por su fuerte efecto en la disminución de la capa de Ozono es necesario encontrar otros métodos más sustentables de control de patógenos, propósito del presente estudio.

El uso de las brassicáceas es una de las alternativas, ya que no es difícil y es económica. Estas plantas contienen compuestos llamados “glucosinolatos,” que al hidrolizarse dan origen a los isotiocianatos, sustancias que son eficaces contra patógenos e insectos y en algunos casos en la germinación de semillas. (Cabañas, 2005)

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Estudios Realizados por Franco y Gonzáles (2005), determinan más de 64 especies de nematodos en el cultivo de la papa, pero sólo algunas son importantes por los daños que causan. Estos daños pueden ocasionar pérdidas directas en la producción y en la calidad de los tubérculos para semilla o para consumo; causan también pérdidas indirectas que resultan de los gastos adicionales que se tienen que efectuar en las medidas de control (rotaciones prolongadas, alto costo de nematicidas, aumento de la incidencia de la marchitez causada por hongos, bacterias, otros).

En la investigación ejecutada por Martínez, Ros, Guerrero, Lacasa, & Fernández, (2014) se afirmó que la biofumigación tiene 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 brassicáceas, al mismo tiempo que aportan microorganismos exógenos al suelo.

Vuelta (2014), observó que la biofumigación conserva parte de la microflora del suelo y elimina diversos tipos de plagas, fundamentalmente nematodos. Las dificultades que presenta son el largo tiempo de tratamiento hasta 2 meses y cuando se combina con la solarización es eficaz porque se utiliza una cubierta plástica que no permite el escape de los gases que se generan a partir de la descomposición de los residuos de cosecha de col, por lo que se logra disminución en el grado de infestación.

Chango (2017), al realizar su investigación con el objetivo de determinar los efectos de los extractos vegetales de palo bobo (*Nicotiana glauca*), clavel chino (*Tagetes patula*) y mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), obtuvo los siguientes resultados: para la variable número de nematodos (NM) a los 85 y 170 (DDT) existió disminución de nematodos en los tratamientos de MF1 (Mostaza, Frecuencia de 20 Días) con un promedio de 15,33 y PbF1

(Palo bobo, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 6,33 nematodos; en la variable número de agallas por raíz (NAR) los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos de ChF1 (Clavel chino, Frecuencia de 20 Días) con una media de 4,29 y PbF2 (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con una media de 2,79; para la variable volumen de la raíz los mejores resultados fueron los tratamientos de PbF2 (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con un promedio de 61,38 cm³ y MF1 (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con una media de 77,71 cm³ ; en la variable longitud de tallo el mejor tratamiento fue PbF2 (Palo bobo, Frecuencia de 40 días) con una media 120,71 cm y 239,79 cm. y para la variable diámetro de tallo los mejores tratamientos fueron MF2 (Mostaza, Frecuencia de 40 días) con promedio de 1,11 cm y MF1 (Mostaza, Frecuencia de 20 días) con un promedio de 1,57 cm; finalizando que los mejores extractos para el control de nematodos fueron los tratamientos de MF1 y PbF1 .

Chango (2015), en su estudio de investigación “efecto de la mostaza caliente” con el propósito de evaluar los efectos de la mostaza caliente sobre la población de nematodos incorporada en suelos hortícolas en dos estados fenológicos; antes de la floración E1 y durante la floración E2; sembrada con dos métodos al voleo M1 y chorro continuo M2. 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.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Variable Dependiente: Control de Nematodos

2.2.1.1. Descripción

Según Agrios (1993), 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. La mayoría de los nematodos parásitos de plantas viven en el suelo y se alimentan principalmente en las raíces y también en las hojas, tallos y flores de las plantas.

2.2.1.2. Población y patrón de distribución de los nematodos

El límite superior de la población para cualquier especie de nematodo parásito de plantas depende de su potencia reproductora, de la especie de planta huésped y del tiempo en estar en condiciones adecuadas para su reproducción. Los endoparásitos especializados y parásitos superficiales tienen una mayor potencia de reproducción que los ectoparásitos. (Bolaños, 2003).

La disposición de una población, es la forma en que sus individuos se ubican en el espacio, y se refiere al patrón de distribución espacial. Este patrón es un elemento básico que permite explicar muchos de los comportamientos de los individuos.

Los patrones de disposición espacial según manifiesta Bolaños (2003), son:

- Patrón al azar: cuando cada punto del espacio tiene igual probabilidad de estar habitado por un individuo.
- Patrón agregado o contagioso: cuando la presencia de un individuo en un sitio aumenta la probabilidad de encontrar otros en su vecindad.
- Patrón uniforme o regular: cuando la presencia de un individuo disminuye la probabilidad de encontrar otros allí.

2.2.1.3 Clases de nematodos que atacan al cultivo de papa

Rosero (2012) sostiene que el cultivo de papa en los países de la zona andina se encuentra afectado por el nematodo del quiste de la papa, con sus especies *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*, el falso nematodo del nódulo de la raíz (*Nacobbus aberrans*), el nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne sp.*) y el nematodo de la lesión radicular (*Ditylenchus destructor*) y el nematodo de la atrofia radicular (*Trichodorus sp.* y *Paratrichodorus sp.*); sin embargo, en el Ecuador solo se ha reportado daños a causa del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*).

2.2.1.4 Hábitos de alimentación de los nematodos

Ruiz (2012), deduce que la mayoría de nematodos que habitan en el suelo pueden ser:

- a) Saprófagos que se alimentan de materia orgánica en descomposición o de ciertos organismos asociados con la putrefacción.
- b) Predadores que se alimentan de pequeños animales, incluyendo a otros nematodos
- c) Fitoparásitos que comprenden especies que se alimentan de plantas inferiores, hongos y algas y otros se alimentan de vegetales superiores atacando a las partes subterráneas (bulbos y raíces), yemas, tallos, hojas, flores, éstos a su vez se subdividen en: ectoparásitos cuando se alimentan de tejidos epidérmicos y cuyo ciclo de vida se desarrolla al exterior del huésped y endoparásitos cuando penetran al interior de los tejidos para alimentarse y por lo tanto la mayor parte del ciclo biológico lo realizan allí.
- d) Micófagos presencia de materia orgánica.
- e) Omnívoros se alimentan de carne de otros animales como de materia orgánica.

2.2.1.5 Medidas de control

López (2014) considera que en la actualidad se “disponen de varios métodos eficientes para controlar los nematodos, aunque ciertos factores como los costos y los tipos de cultivos limitan su aplicabilidad en determinados casos”. El control mediante métodos de cultivo, control biológico a través de variedades resistentes o utilizando productos biológicos a base de plantas nocivas para los nematodos como el nabo, caléndula, etc. y

algunos otros métodos, control mediante agentes físicos, como por ejemplo calor y compuestos mediante productos químicos.

2.2.1.6 Técnicas de control y manejo

Bajo condiciones experimentales en microlotes de campo, se ha demostrado que al controlar el nematodo con un nematicida se experimentaba un incremento significativo en el peso de los tubérculos. Sin embargo, no hay mucha información disponible en condiciones reales. (Robinson, 2012).

El manejo más efectivo para nematodos requiere una aproximación integrada que se enfoque en prevenir que las poblaciones del suelo alcancen niveles de umbrales dañinos y en la implementación de opciones de control a medida que sean necesarias. La densidad de la población de nematodos a la hora de la siembra determina la gravedad de la infección y las pérdidas de rendimiento potenciales. En consecuencia, se recomienda analizar muestras de suelo representativas en un laboratorio especializado en nematodos (identificación y evaluación de la población) o llevar a cabo un bioensayo visual del suelo. El control químico se realiza mediante la fumigación presiembra del suelo con nematicidas. (Robinson, 2012).

En referencia a la rotación y al uso de cultivos de cobertura, los cultivos de cereales y granos (maíz, trigo, centeno, cebada, avena, etc.) en rotación o en cultivo de cobertura, es altamente efectivo en la reducción de la población y daños del Nematodo agallador, pero no en otros tipos de nematodos. (Eroski, 2012)

Según Robinson (2012), cuando existe más de un tipo de nematodos, el control cultural presenta dificultades adicionales. Además, cultivos de leguminosas (alfalfa, trébol, soya, etc.) son buenos hospederos para varios tipos de nematodos.

2.2.1.7 Ciclo de vida

Agrios (1993), indica que el ciclo de vida de los nematodos concluye a los 25 días a una temperatura de 27 grados centígrados; pero tarda más tiempo a temperaturas más bajas o

más altas. El desarrollo y reproducción de los nematodos es un poco lento ya que el ciclo de vida de varias de sus especies concluye al cabo de 45 a 65 días.

Agrios (1993), describe las etapas de la siguiente forma: la primera etapa larvaria o juvenil (J1), se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla la segunda etapa larvaria o juvenil (J1). De esta última forma emerge el huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentre una raíz susceptible. La segunda etapa larvaria (J2), es vermiforme y es la única etapa infectiva de este nematodo. En caso de un hospedero 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 nematodo se alimenta de las células que se encuentran alrededor de su cabeza al insertar su estilete y secreta saliva en ellas. La saliva estimula a las células para que crezcan y también licua parte de su contenido, el cual succiona a través de su estilete. En la tercera etapa el nematodo sufre una 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 de estilete y ser más gruesa. La tercera etapa sufre una tercera muda que se desarrolla en la tercera etapa larvaria. En la cuarta etapa en la cual es posible distinguirla 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. Sufrir la cuarta y última muda, emerge de la raíz ya como macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo. La hembra adulta en forma de pera. La hembra adulta continua hinchándose ya sea fecundada o no por un macho, forma huevecillos los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora. Los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz dependiendo de la posición que tenga la hembra.

2.2.1.8 Control efectivo

Ramírez (2014), asegura que se debe emplear el manejo de malezas como un componente importante para controlar estos nematodos, ya que varios tipos de malezas (diente de león, mostaza silvestre, otros.) son huéspedes de mantenimiento de esta plaga. Agrega que los abonos verdes de sorgo híbrido y de varias crucíferas incorporados en un suelo cálido actúan como biufungicidas al reducir a las poblaciones del nematodo. Entre otras opciones de control, destacan el barbecho en verano e inundación, varias enmiendas

orgánicas y ciertos productos biológicos, los cuales han reducido poblaciones de estos nematodos.

2.2.2 Variable Independiente: Biofumigación con Brassicaceas

2.2.2.1. Descripción de Biofumigación

La biofumigación consiste en la incorporación al suelo de residuos orgánicos, que generan durante su descomposición sustancias con actividad biocida. (Bongiorno, Larrosa, & Maidana, 2014)

2.2.2.2 Metodología de la biofumigación

La metodología de la biofumigación según (Fernández & Guerrero, 2013) es la siguiente:

- Una vez que los residuos de brasicáceas son incorporados, se aplica un riego para sellar el terreno, y es ahí cuando se inicia la primera etapa cuando el efecto biocida de las sustancias volátiles sobre las poblaciones de patógenos se da en un periodo no mayor de tres días.
- La población de hongos saprofitos, antagónicos a los patógenos se ve favorecida por la materia orgánica.
- Lo anterior favorece a su vez a los microorganismos consumidores de materia orgánica, como los hongos *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, los cuales desplazan por competencia a los patógenos.
- Cuando se pierde humedad en el suelo, aumenta su contenido de oxígeno, y es ahí cuando hay desprendimiento de las sustancias biocidas que se formaron en la primera etapa.
- La última etapa ocurre después de 2 a 3 semanas. Aquí los microorganismos del suelo se estabilizan, predominando los saprofitos y antagonistas sobre los patógenos, lo que ayuda a continuar sembrando nuevos cultivos.

2.2.2.3 Objetivos de la biofumigación

Según Fernández y Guerrero (2013), un objetivo importante de la biofumigación es el control de patógenos del suelo, reduciendo sus poblaciones. Otro de los efectos es la mejora en la disponibilidad de nutrientes; se aumenta la materia orgánica, se incrementa la disponibilidad del fósforo, y se mejora el control de malezas (inhibición de semillas).

2.2.2.4 Efectos indirectos de la biofumigación

Según (Fernández & Guerrero, Biofumiga con brassicáceas, 2013), los efectos indirectos de la biofumigación son:

- Producción de sustancias volátiles (isotiocianatos), aminoácidos y fenoles en el proceso de Biodegradación de la Materia Orgánica.
- Degradación de Materia Orgánica que se incorpora, donde intervienen un gran número de microorganismos que serán favorecidos y que afectan como antagonistas a patógenos del suelo (Trichoderma, Penicillium).
- Formación de condiciones de anaerobiosis (falta de oxígeno) que se crea en el suelo, debido a la inundación de terreno, lo que provoca un efecto inhibitor sobre los patógenos del suelo.

2.2.2.5 Biofumigación con brassicáceas

La prohibición inminente del uso del bromuro de metilo, debido a su efecto nocivo sobre la capa de ozono, obliga a buscar alternativas para la desinfección de suelos que sean efectivas y amigables con el medio ambiente. Una de esas alternativas es la biofumigación, que puede definirse como el control de plagas y patógenos edáficos por medio de la liberación en el suelo de compuestos, en su mayoría volátiles, originados por la descomposición de residuos orgánicos. Como biofumigantes se pueden emplear estiércoles, residuos de las cosechas y agroindustriales, incorporación de cultivos de Brassicáceas, sorgo, maíz, etc. A diferencia de los pesticidas químicos, como el bromuro de metilo, el metam sodio y el dazomet, la incorporación de enmiendas biofumigantes aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, mejora la estructura y la penetración

del agua, y reduce el encostramiento y la erosión. (Perniola, Chorzempa, & Staltari, 2016).

2.2.2.6 Origen y variedades de Nabo

Se cree que el nabo es oriundo de Europa, aunque también se ha propuesto como posible centro de origen Asia Central. Se cree que fue la base de la alimentación de las tribus primitivas que poblaron Europa. Hace casi cuatro milenios se cultivó por vez primera y, con posterioridad, fue muy apreciado por griegos y romanos. Ambas civilizaciones desarrollaron nuevas variedades a partir del nabo silvestre. Durante la Edad Media, el nabo constituyó uno de los alimentos de mayor relevancia. (Eroski, 2012)

Se consumió casi a diario en Alemania hasta que se vio desplazado por la patata cuando, en el siglo XVIII, ésta llegó a Europa procedente de América. A partir de la Revolución Francesa se cultivaron más patatas y menos nabos en Europa hasta llegar a convertirse en un alimento casi olvidado. Aunque en la actualidad el nabo no es muy apreciado, su cultivo se ha extendido a todo el mundo, sobre todo como alimento para el ganado. Se cultiva en especial en Alemania, en la costa mediterránea del sur de Europa y, en menor proporción, en el sur de Estados Unidos. No obstante, tanto la raíz como las hojas del nabo están volviendo a cobrar protagonismo en nuestros días tras conocerse mejor su composición y propiedades. (Tecnoagro, 2010)

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. (Eroski, 2012)

2.2.3 Unidad de Análisis: Cultivo de papa

2.2.3.1 Descripción de la papa, *Solanum tuberosum L*

- **Descripción Botánica**

Es una planta herbácea, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatosa del cual se originan los tubérculos. Al respecto LABIN (2014), expone lo siguiente.

- a) **Raíces:** son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.
- b) **Tallos:** son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 m. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antociánicos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo.
- c) **Rizomas:** son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados.
- d) **Tubérculos:** son los órganos comestibles de la patata. Están formados por tejido parenquimático, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.
- e) **Hojas:** son compuestas, imparipinnadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. La nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo.
- f) **Inflorescencias:** son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral.
- g) **Frutos:** en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm de diámetro, que se tornan de un color amarillento al madurar.

2.2.3.2 Clasificación Taxonómica de la papa

La clasificación taxonómica según Muñoz, & Cruz (2012), es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *Solanum tuberosum* L.

- **REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

Según manifiesta Gómez (2001), los requerimientos son los siguientes:

2.2.3.3 Temperatura

Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18°C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas.

2.2.3.4 Heladas

Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y disminución de la producción. Si la temperatura es de 0°C la planta se hiela, acaba muriendo aunque puede llegar a rebrotar. Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2°C.

2.2.3.5 Humedad

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo.

La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva

2.2.3.6 Suelo

Es una planta poco exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo.

2.2.3.7 Luz

La luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperíodo, ya que induce la tuberización.

Los fotoperíodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento. Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La incorporación de Brassicaceas al cultivo de papa reducirá la población de nematodos

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de los cuatro tipos de brassicaceas para el control de nematodos en el cultivo de papa.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Describir las variedades de brassicaceas existentes en el sector de Querochaca
- Determinar la cantidad apropiada de biomasa y la especie de brassicaceas que proporcione el mejor control de nematodos en el cultivo de papa
- Identificar los nematodos presentes en el cultivo de papa en la zona de estudio.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se ubicó en la Provincia de Tungurahua, Cantón Quero, en la Comunidad de Gualcanga San Nicolás. Según el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se encuentra a la altitud de 3 309 msnm y en las coordenadas geográficas: latitud 01°22'48" S y longitud 78°36'34" O".

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El Clima oscila entre temperatura máxima anual: 16,5°C, temperatura mínima: 7,5°C, Temperatura media: 12,5°C, Precipitación anual: 440 mm, Humedad relativa: 77,8 %. Las características del suelo son: textura franco, estructura suelta, pendiente plana, drenaje de bueno a regular. (COAGRO-Q, 2010).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Equipos

- Bomba
- GPS
- Computadora
- Balanza
- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Microscopio
- Estereoscopio

4.3.2. Materiales

- Libreta de campo
- Semilla de papa
- Bomba
- Azadón
- Balde
- Picadora
- Sacos
- Bandeja
- Letrero de identificación
- Estacas
- Rastrillo
- Vaso de Precipitación
- Probetas
- Embudos
- Soporte Universal
- Pinzas
- Mangueras
- Papel filtro
- Mallas

4.3.3. Reactivos

Agua destilada

4.3.4. Material vegetativo

- Nabo lila
- Nabo Amarillo
- Nabo blanco
- Mostaza

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Brassicaceas

- Nabo Amarillo
- Nabo Lila
- Nabo Blanco
- Mostaza

4.4.2. Dosis

- 6 Kg/ m²
- 9 Kg /m²

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos producto de la combinación de los factores en estudio se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.- Tratamientos

Tratamientos	Descripción
V1D1	Nabo amarillo, 6 kg/m ²
V1D2	Nabo amarillo, 9 kg/m ²
V2D1	Nabo lila, 6 kg/m ²
V2D2	Nabo lila, 9 kg/m ²
V3D1	Nabo blanco, 6 kg/m ²
V3D2	Nabo blanco, 9 kg/m ²
V4D1	Mostaza, 6 kg/m ²
V4D2	Mostaza, 9 kg/m ²
T	Testigo

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 2+1, con tres repeticiones.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1 Número de nematodos por metro cuadrado a los 0 días.

Para esto se tomó la muestra de suelo y a nivel de laboratorio mediante el método de Embudo de Baermann y la metodología de Agrios (2005), en el cuál se contabilizó el número de nematodos por ml y luego se extrapolo por m²

4.7.2 Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 40 -80 y 120 días.

Con este propósito se tomó la muestra de suelo y como en la variable anterior por el método de Baermann y la metodología de Agrios (2005), se contabilizó el número de nematodos muertos por ml y luego se extrapolo por m²

4.7.3 Volumen de raíz a los 30 -60 -90 días del cultivo de papa

Con la ayuda de una probeta y por desplazamiento de masas aplicando el principio de Arquímedes y la metodología descrita por Ramos (2012), se determinó el volumen de 3 plantas tomadas al azar de cada tratamiento.

4.7.4 Altura de la planta a los 30 -60 -90 días del cultivo de papa

Para esta variable con la ayuda de un flexo metro se registró la altura desde el nivel del suelo hasta el brote central.

4.7.5 Numero de tubérculos por planta.

Se cosecharon 4 plantas al azar y de cada tratamiento se procedió a contar el número total de tubérculos.

4.7.6 Numero de tubérculos de Primera

Se cosecharon 4 plantas al azar de cada tratamiento y se procedió a seleccionar el número total de tubérculos de primera.

4.7.7 Identificación de los nematodos

Con la ayuda del método de fenwick y la metodología descrita por Ferris (1985), se procedió a identificar los nematodos presentes en el suelo específicamente los de mayor presencia en el cultivo de papa.

4.8. MANEJO DEL ENSAYO

4.8.1 Identificación de variedades

- Se identificó las variedades de brassicaceas a utilizarse en el ensayo en la zona de estudio.
- Se recolectó las semillas procedentes del material identificado.
- Posteriormente se seleccionó y secó las semilla bajo sombra previo a la eliminación de material no deseado
- Las semillas seleccionadas se sembraron en bandejas 338 de capacidad de 12 cc por alveolo.
- Se sembró en bandejas con sustrato kekkila, una semilla por alveolo y un tape ligero
- Después de germinadas, a los 30 días se procedió a la siembra en campo.

4.8.2 Siembra en el campo

- Se trasplantó en el campo las variedades seleccionadas a distancia de 10 cm entre planta y 10 cm entre hilera
- Cuando en el cultivo, la planta empezó a florecer se procedió a cosechar y obtener la biomasa.

4.8.3 Extracción de biomasa

- Se picó la biomasa, para lo cual se utilizó una picadora en las diferentes variedades de brassicáceas, y luego se incorporó de acuerdo a los tratamientos y sus dosis.

4.8.4 Dosis de Aplicación de la biomasa de las brassicáceas en el cultivo de papa

- A los 0 días se aplicó una dosis de 6kg/m², después de sembrar la semilla de papa, haciendo un hueco pequeño, y un tape ligero.
- A los 30 días se aplicó una dosis de 9kg/m², un día antes del rascadillo haciendo un hueco y un tape ligero.

4.8.5 Procedimiento del método del embudo de Baerman

Según la metodología propuesta por Agrios (2005), se procedió de la siguiente manera:

4.8.5.1 Instalación del equipo

- En un embudo se ajustó un pedazo corto de tubo en el cuello.
- Se cerró el tubo con una pinza metálica y con una manguera del mismo diámetro del embudo.
- Se sujetó el embudo con pinzas al soporte universal.
- Se colocó una malla metálica en el embudo.

4.8.5.2 Procedimiento

- Se depositó la muestra de suelo en una bandeja.
- Se pesó 100 g de suelo en una balanza analítica.
- Se colocó el suelo en papel filtro sobrepuesto sobre una malla metálica.
- Se alzó la malla y se colocó agua suficiente hasta tocar la muestra.
- Se dejó la muestra por un tiempo de 24 horas.
- Transcurrido este tiempo se eliminó el suelo, el contenido de agua-nematodos, se colocó en un vaso graduado y se aforo a 100 ml.

- Se procedió a contar e identificar el número de nematodos con la ayuda de un estereoscopio.

4.8.6 Procedimiento del método del Elutriador de Fenwick

El procedimiento aplicado en el laboratorio de la granja experimental el INIAP y la metodología descrita por Ferris (1985), es la siguiente:

- Se homogenizó la muestra de suelo sobre una bandeja plástica y dejar secar a temperatura ambiente por 24 horas.
- Con ayuda de una espátula se tomó un volumen de 250 ml de suelo y se colocó en un vaso de precipitación.
- Se llenó con agua corriente el elutriador hasta el borde del tanque inferior donde limita con el embudo.
- Se colocó la submuestra de suelo sobre el cedazo superior del embudo de 1mm de apertura.
- Se lavó la muestra de suelo con una ducha a presión hasta observar que el agua se torne transparente.
- Se recolectó los quistes del tamiz sobre papel filtro en una caja Petri de vidrio y se dejó secar por 24 horas
- Se colocó el contenido de papel filtro (materia orgánica + quistes) en un balón de 100 ml y se llenó con ácido acético hasta la mitad del balón, se agitó y se esperó entre 10 y 15 minutos hasta observar que los quistes floten a la superficie.
- Se llenó el balón con ácido acético hasta el borde y se esperó otros 15 minutos para permitir que todos los quistes presentes en la muestra floten y la materia orgánica se precipite.
- Trascurrido este tiempo se filtró el contenido del balón sobre un papel filtro colocado previamente en un embudo. Se realizó el vaciado rotando el balón mientras se realizó la operación, evitando que el material orgánico pase al filtro.
- Se dejó secar los quistes en el papel filtro durante 24 horas en una caja Petri.
- Se pasó el ácido acético a través de otro filtro, con el objetivo de eliminar la materia orgánica.
- Finalmente se realizó el conteo de los quistes y larvas presentes.

4.8.7 Principio de Arquímedes

La metodología utilizada y descrita por Ramos (2012), es la siguiente:

- En una probeta de 1000 ml se añadió agua hasta los 500 ml.
- Se colocaron cada una de las raíces en la probeta con agua
- El nivel de agua que se desplaza en la probeta es el volumen de las raíces

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa INFOSTAT, también Excel como una herramienta de cálculo. (InfoStat, 2008).

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1. RESULTADOS

5.1.1 Descripción de las variedades de brassicaceas existentes en Querochaca

5.1.1.1 Las características de los nabos (*Brassica rapa*) se presentan en las tablas 2, 3, 4 y 5

Tabla 2.- Características del Nabo Blanco (*Brassica rapa*)


TAXONOMÍA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
REINO: Plantae DIVISIÓN: Magnoliophyta CLASE: Magnoliopsida ORDEN: Brassicales FAMILIA: Brassicaceae TRIBU: Brassiceae GÉNERO: Brassica ESPECIE: <i>Brassica rapa</i> VARIEDAD: Nabo Blanco	Hábito: Hierba Estado: Introducido y cultivado Elevación: 3000-3500 msnm Distribución: Insular y Andina Provincia: Azuay, Galápagos, Pichincha, Tungurahua	

Tabla 3.- Características del Nabo Lila (*Brassica rapa*)


TAXONOMÍA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
REINO: Plantae DIVISIÓN: Magnoliophyta CLASE: Magnoliopsida ORDEN: Brassicales FAMILIA: Brassicaceae TRIBU: Brassiceae GÉNERO: Brassica ESPECIE: <i>Brassica rapa</i> VARIEDAD: Nabo Lila	Hábito: Hierba Estado: Introducido y cultivado Elevación: 3000-3500 msnm Distribución: Insular y Andina Provincia: Azuay, Galápagos, Pichincha, Tungurahua	

Tabla 4.- Características del Nabo Amarillo (*Brassica rapa*)












TAXONOMÍA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
REINO: Plantae DIVISIÓN: Magnoliophyta CLASE: Magnoliopsida ORDEN: Brassicales FAMILIA: Brassicaceae TRIBU: Brassiceae GÉNERO: Brassica ESPECIE: <i>Brassica rapa</i> VARIEDAD: Nabo Amarillo	Hábito: Hierba Estado: Introducido y cultivado Elevación: 3000-3500 msnm Distribución: Insular y Andina Provincia: Azuay, Galápagos, Pichincha, Tungurahua	

Tabla 5.- Características botánicas de las brassicaceas (*Brassica rapa*)

Características de las brassicaceas			
DESCRIPCIÓN	FORMA	FIGURA	(<i>Brassica rapa</i>)
Raíz	Napiforme		
Tallo	Cilíndrico		
Hojas	Alternas, de 4 a 20 cm de largo a 1.8 a 8 cm de ancho		
Flores	Son de distintos colores, blanco, lila, amarillo.		

Frutos y Semillas	Silicua extendida, lineal, cilíndrica, dehiscente, 2-6 cm de largo, ápice con un pico de 1-3 cm de largo. Semillas globulares, de 1.5-2 mm en		
-------------------	---	--	---

Fuente: Trópicos. (2017)

5.1.1.2 Las características de la mostaza (*Sinapis alba*) se presentan en las tablas 6 y 7.

Tabla 6.- Características de la Mostaza (*Sinapis alba*)






TAXONOMÍA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
REINO: Plantae DIVISIÓN: Magnoliophyta CLASE: Magnoliopsida ORDEN: Brassicales FAMILIA: Brassicaceae TRIBU: Brassiceae GÉNERO: Sinapis ESPECIE: <i>Sinapis Alba</i> VARIEDAD: Mostaza	Hábito: Hierba Estado: Introducido y cultivado Elevación: 2000-2500 msnm Distribución: Altiplanos de Santa Rosa de Osos, Rionegro y Sonsón Provincia: Antioquia Colombia, Tungurahua Ecuador.	

Tabla 7.- Características botánicas de la brassicacea (*Sinapis alba*)

Características de las brassicaceas			
DESCRIPCIÓN	FORMA	FIGURA	<i>(Sinapis alba)</i>
Raíz	Fusiforme		
Tallo	Hispido, pelos reflejos.		

Hojas	Hojas alternas, inferiores anchas, lirado-pinnadas o pinnatífidas y pecioladas, con un lóbulo terminal grande.		
Flores	Color amarillo claro.		
Frutos y Semillas	Fruto una silicua de 20 a 45 mm. Semilla 1.8 a 2.5 mm, color amarillo pardo.		

Fuente: Trópicos. (2017).

5.1.2 Porcentaje de mortalidad

El porcentaje de mortalidad se midió en tres periodos; a las 40, 80 y 120 días. A los 40 días se presentaron cinco rangos de significación, ocupando el primer lugar el tratamiento V4D2 con una media de 23,33 %, mientras que los tratamientos V1D2 y el V3D2, con medias de 4,57% y 5,63%, respectivamente, presentaron el menor porcentaje de mortalidad. A los 80 días, el tratamiento V4D2 mostró el mayor porcentaje de mortalidad, con una media de 13,33%, mientras que el tratamiento V3D2, presentó menor porcentaje de mortalidad, con una media de 4,18% respectivamente. A los 120 días, el tratamiento V4D2, presenta el mejor porcentaje de mortalidad, con una media de 20,00%, mientras que V2D1 y el Testigo, presentaron menor porcentaje de mortalidad, con medias de 8,68% y 5,79%, respectivamente, (Tabla 9).

El porcentaje de mortalidad de nematodos fue superior a los 40, 80 y 120 días con la adición de 9 kg/m² de mostaza (*Sinapis alba*) debido probablemente a que la cantidad de compuestos que se formaron por la adición de mostaza al suelo provocaron una mayor acción biocida sobre los nematodos existentes en el lugar, estos resultados concuerda con lo manifestado por Talavera, (2003), quien asegura que el efecto nematicida de las

brassicaceas es atribuido a la presencia de glucosinolatos, los cuales al hidrolizarse por la acción de la enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos, que se han considerado como los productos más tóxicos para los nematodos.

5.1.3 Volumen de raíz del cultivo de papa

La variable volumen de raíz del cultivo de papa se midió en tres periodos a los 30, 60 y 90 días. En donde a los 30 y 60 días no existieron diferencias estadísticamente significativas y a los 90 días, el tratamiento V3D1 presentó el mejor volumen radicular, con una media de 70,00 cc, mientras que el tratamiento V2D1 mostró menor volumen radicular, con media de 40,00 cc, (Tabla 9).

Los tratamientos con brassicaceas tuvieron buenos resultados en el volumen de raíz del cultivo ya que el control ejercido por este método sobre la población de nemátodos permitió un mejor desarrollo del cultivo, además mejora las condiciones físicas del terreno, y proporciona nutrientes al suelo y abono verde. Por lo que Bello (2013), menciona que la biofumigación es una técnica que permite utilizar la materia orgánica cuya descomposición liberan sustancias tóxicas que ejercen acción sobre los hongos y nematodos, siendo una alternativa con gran 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.

5.1.4 Altura de planta

La variable altura de la planta se lo midió en tres periodos; a las 30, 60 y 90 días. A los 30 días se presentaron cinco rangos de significación, ocupando el primer lugar el tratamiento V2D2 con una media de 33,33 cm de altura de planta, mientras que los tratamientos V4D1 y el Testigo, con medias de 22,33 cm y 20,33 cm, respectivamente, mostraron menor altura de planta. A los 60 días, el tratamiento V2D2 presentó la mayor altura de planta con una media de 56,33 cm, mientras que V3D2 y el Testigo, presentaron menor altura de planta, con medias de 47,33 cm y 46,67 cm. A los 90 días, el tratamiento V2D1 mostró mayor altura de planta, con una media de 75,00 cm, mientras que el tratamiento testigo presenta menor altura de planta, con media de 62,33 cm, (Tabla 9).

Realizados los análisis estadísticos y de las observaciones de campo se infiere que los tratamientos con brassicáceas tienen mejores alturas de planta en el cultivo de papa debido posiblemente a la materia orgánica añadida como abono verde y a la presencia de sustancias que son tóxicas para los nematodos presentes en el suelo. Halbrendt, 1993; Campos *et al.*, 1994. Citados por Aballay e Insunza (2002), señalan que en general, las Brassicaceae (Crucífera), se caracterizan por la producción de glucosinolatos, que son compuestos sulfurados y que como tales no son dañinos. Sin embargo, en tejidos destruidos, como en el caso de los incorporados al suelo, ellos son hidrolizados enzimáticamente por la mirosinasa y se liberan varios compuestos biológicamente activos, incluyendo tiocianatos, isotiocianatos y nitrilos, los que tienen acción nematóxica.

5.1.5 Número de tubérculos por planta

Mediante los análisis estadísticos se determinó que el número de tubérculos por planta fue mayor con el tratamiento V1D1, con una media de 20,67 debido probablemente a que las sustancias presentes en el suelo de cultivo disminuyeron el porcentaje de patógenos lo cual incidió positivamente en su desarrollo, (Tabla 9).

Reyes (2006), manifiesta que actualmente se está incursionando en el campo una nueva alternativa para el control de nematodos fitopatógenos del suelo, ya que la biofumigación es la eliminación de patógenos del suelo mediante el uso de compuestos volátiles, por la descomposición de materia orgánica de las brassicáceas, haciendo 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.

5.1.5 Número de tubérculos de primera

Mediante los análisis estadísticos se determinó que el número de tubérculos por planta de primera fueron mayores los tratamientos V1D1 y V2D2, con una medias de 6,33 y 7,00 debido a que las sustancias presentes en el suelo de cultivo disminuyeron el porcentaje de

patógenos lo cual incidió positivamente en su desarrollo y engrose del tubérculo, (Tabla 9).

Reyes (2006), al respecto señala que las plantas del género Brassica, son sumamente eficientes como enmiendas orgánicas, ya que el método de Biofumigación con Brassicaceas, para el control de nematodos y su alelopatía en general, se considera una aplicación beneficiosa en cuanto a la productividad, que mejora y restaura los daños generados al medio ambiente y a la salud.

5.1.6 Identificación de los nematodos

El nematodo de mayor presencia en el cultivo de papa fue Nematodo *Globodera sp*, lo cual se lo pudo identificar en las muestras de suelo mediante el método del Elutriador de Fenwick, realizado en la Ciudad de Quito, en la Granja Experimental “INIAP”, lo cual se obtuvo un total de 1200 nematodos, en 100 gramos de suelo correspondiente a 2 lecturas tomadas.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8.- Resultado de análisis de nematodos

Método	Familia	Género	Especie	Conteo	Unidad
Fenwick	Heteroderidae	Globodera	Spp	1200	Nematodos /100g de Suelo

Tabla 9.- Resultados, Porcentaje de mortalidad, Volumen de raíz, Altura de planta, Numero Tubérculos por planta, Numero de tubérculos de primera

TRATAMIENTOS	Porcentaje de mortalidad (%)			Volumen de raíz (papa) (cc)			Altura de planta (cm)			No. tubérculos por planta	Número de tubérculos de primera
	40 días	80 días	120 días	30 días	60 días	90 días	30 días	60 días	90 días		
V1D1	15,08 ab	9,92 abc	12,70 ab	13,33 a	30,00 a	56,67 ab	28,33 ab	53,00 ab	72,67 ab	20,67 a	6,33 a
V1D2	4,57 de	7,47 bcd	11,97 ab	20,00 a	23,33 a	56,67 ab	26,67 ab	50,67 b c	69,00 bcd	15,00 bc	3,67 bc
V2D1	8,31 cd	6,46 cd	8,68 ab	15,00 a	28,33 a	40,00 b	23,33 b	53,00 ab	75,00 a	16,33 b	6,33 a
V2D2	9,79 cd	8,34 abcd	10,99 ab	18,33 a	23,33 a	53,33 ab	33,33 a	56,33 a	71,67 abc	20,33 a	7,00 a
V3D1	13,97 bc	6,98 bcd	11,59 ab	15,00 a	25,00 a	70,00 a	28,33 ab	48,33 bc	68,33 bcd	14,67 bc	5,67 a
V3D2	5,63 de	4,18 de	9,77 ab	13,33 a	21,67 a	50,00 ab	23,00 b	47,33 c	67,67 cd	9,33 de	3,67 bc
V4D1	17,81 ab	11,87 ab	14,04 a	16,67 a	23,33 a	43,33 b	22,33 b	47,33 c	66,33 de	8,00 e	3,33 c
V4D2	23,33 a	13,33 a	20,00 a	15,00 a	25,00 a	56,67 ab	25,00 b	50,67 bc	70,67 abcd	13,67 c	5,33 ab
T	5,79 de	7,64 bcd	5,79 e	16,67 a	25,00 a	46,67 b	20,33 b	46,67 c	62,33 e	10,33 d	3,67 bc
CV	23,92	23,7	37,22	31,32	16,16	14,64	10,82	3,24	2,34	4,27	12,77
EE	1,55	1,06	2,45	2,88	2,33	4,44	1,6	0,94	0,94	0,35	0,37
P-Valor	<0,0001	<0,0001	0,0031	0,7683	0,3214	0,0084	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

(Tukey, P < 0,05). CV: Coeficiente de Variación. EE: Error Estándar. P valor: Probabilidad.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

Finalizada la investigación se concluyó que, la aplicación de brassicáceas al suelo como método de control de nematodos permite mantener niveles adecuados de población en el cultivo de papa, se identificó que el tratamiento V4D2 (mostaza, dosis de 9kg/m²) presentó los mejores resultados, ya que esta brassicácea controló un 20% de nematodos, siendo considerado como una aplicación beneficiosa en cuanto a la productividad, ya que mejora y restaura los daños generados al medio ambiente y a la salud.

Al determinar la mejor dosis de biomasa aplicada al cultivo de papa para el control de nematodos se identificó que el tratamiento V4D2 (mostaza, dosis de 9kg/m²) mejora los rendimientos del cultivo al controlar los nematodos y al mismo tiempo incorporar materia orgánica como fuente de nutrientes para las plantas, de tal manera que hace un medio favorable para el desarrollo del cultivo.

El nematodo de mayor presencia en el cultivo de papa fue Nematodo *Globodera sp*, lo cual se lo pudo identificar en las muestras de suelo mediante el método del Elutriador de Fenwick.

Se describió las cuatro “variedades de brassicáceas” presentes en el sector de la Granja Experimental Querochaca, las brassicáceas nabo blanco (*Brassica rapa*), nabo lila (*Brassica rapa*), nabo amarillo (*Brassica rapa*), estas tres variedades eran originarias de Ecuador y se encuentran en las siguientes Provincias: Azuay, Galápagos, Pichincha y Tungurahua, mientras que la brassicácea mostaza (*Sinapis alba*) es originario de Colombia en Altiplanos de Santa Rosa de Osos, Rio negro, en la provincia de Antioquia.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Aballay E.; Insunza V. (2002). Evaluation of plants with nematicidal properties in the control of *Xiphinema index* on table grapes cv. Thompson Seedless in the central zone of Chile. *Agricultura técnica (Chile)* 62 (3): pp. 357-365.
- Agrios, G. (1993). *Fitopatología*. 2 ed. México, UTEHA.
- Agrios. G. (2005). *Introducción a la fitopatología*. (Limusa, Ed.). México
- Agrios. G. (2005). Método de extracción de nematodos con el embudo de Baermann. (Limusa, Ed.). México
- Andrade, C, (2013). Nematodos parásitos de plantas en suelos agrícolas. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=631474>
- Bello, A. (2013). La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos. Departamento Agroecológico. Madrid. España. 19 p
- Bello, A. (2014). Biofumigación y solarización como alternativa al Bromuro de metilo, fundamentos de la biofumigación. Departamento agroecológico. Madrid. España. 19 p.
- Bolaños E. 2007. Prácticas de manejo de nematodos parásitos en cultivos de en cultivos de guayabo en el Valle del Cauca. Plegable divulgativo. 300 p
- Bongiorno, M., Larrosa, C., & Maidana, A. (2014). Biofumigación con recursos locales el caso de la producción hortícola. Obtenido de <https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/adicionales%20biofumigacion.pdf>
- Botánica. (2014). Mostaza blanca. Obtenido de: http://www.botanical-online.com/mostaza_sinapis_alba.htm
- Cabañas. M. (2005). Brassicáceas, crucíferas (Cruciferae). Obtenido de: <https://www.ecured.cu/Brassicaceae>
- Cameroni, G. (2015). Semillas de mostaza. Recuperado de: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Mostaza_201
- Chango, E. (2015). Efecto de la mostaza caliente en suelo hortícola infestado por nematodos. Obtenido de:

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18309/1/Tesis-114%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20369.pdf>

Chango, L. (2015). “Aplicación de extractos vegetales de palo bobo (*nicotiana glauca*), clavel chino (*tagetes patula*) y mostaza (*sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de tomate riñón. Obtenido de: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27253/1/Tesis-189%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20560.pdf>

COAGRO-Q. (2009). Corporación de Asociaciones Agropecuarias del cantón Quero. 10 p

Dirección General de Agricultura. (2016). Boletín Fitosanitario. Obtenido de http://pagina.jccm.es/agricul/agricultura_ganaderia/sanidad_vegetal/boletines/BOLETIN_2-2016.pdf

Eroski, C, (2012). Hortalizas y verduras, nabo. Obtenido de <http://verduras.consumer.es/nabo/introduccion>

Fernández, E., & Guerrero, J. (2013). Biofumiga con brassicáceas. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/cultivos/coles-de-hojas/biofumiga-con-brasicaceas/>

Ferris, H. (1985). Precisión y confiabilidad del muestreo. In: Fitonematología. Manual de laboratorio. 452 p.

Franco, J.; Gonzáles, A. (2005). Los nematodos en la producción de semilla de papa. Obtenido de <http://www.cipatalo.org/materiales/tuberculos/semilla/semilla3-9.pdf>.

Godoy, P., & Gastélum, R. (2013). Nematodos fitoparásitos en el cultivo de la papa. Obtenido de http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_22_promocionenlaces/5610.pdf

Gómez. L, (2001). Requerimientos Edafoclimáticos en el cultivo de papa, en Particular con *Tagetes* spp. Revista Mexicana de Fitopatología, 19(1), 94–99.

Guerrero, M., Ros, C., & Lacasa, C. (2013). Efecto de uso de biosolarización pellets de la *Brassica carinata* en patógenos del suelo en los cultivos pimienta protegidas. Obtenido de http://www.actahort.org/books/883/883_42.htm

INCOPIA. (2013.). Generando innovaciones para el desarrollo competitivo de la papa. Lima: Planeta.

- InfoStat. (2008). InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INIAP. (2010). Guía de prospección y multiplicación de nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en Ecuador, 1ra Ed. Obtenido de: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/3274/1/iniapscCD62.pdf>
- LABIN. (2014). Patatas, Taxonomía y morfología. Obtenido de <http://www.labin.net/es/cultivos/patatas/18>
- López, D, (2014). Eficiencia de productos orgánicos en la reducción de la población de nematodos, Obtenido de [https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Control_of_Nematodes_\(Spanish\).pdf](https://www.soiltechcorp.com/images/uploads/product_PDFs/Control_of_Nematodes_(Spanish).pdf)
- Marani, K, (2013). Marchitez bacteriana. Obtenido de <http://documents.mx/documents/marchitez-bacteriana-56099af577e9f.html>
- Martínez, V., Ros, C., Guerrero, M., Lacasa, C., & Fernández, P. (2014). Uso de brasicas verdes y pellets de Brassica carinata para la desinfección de suelos de pimiento. Obtenido de http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p8-sanidad-vegetal-ii-PDF/8-4-uso_de_brasicas-martinez.pdf
- Michels, L. (2011). Clasificación y propiedades de la Mostaza (*Sinapis alba*). Obtenido de: <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Verduras%2FHortalizas&s2=Semillas&s3=Mostaza>
- Muñoz, F., & Cruz, L. (2012). Manual del Cultivo de papa. Quito: Iniap.
- Perniola, O., Chorzempa, S., & Staltari, S. (2016). Biofumigación in vitro con Brassica juncea y *Sinapis alba*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54173>
- Perniola, O., Staltari, S., Chorzempa, S., Molina, M. (2012). Biofumigación con Brassicáceas: actividad supresora sobre *Fusarium graminearum*. Buenos Aires. Repositorio de la UNLP. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41887>
- Plan de desarrollo Agropecuario del cantón Quero 2009-2010. Municipio de Quero y CISP
- Prieto G. (2013). Nematodos fitopatógenos, factores ambientales patógenos y fanerógamas parasitas. Obtenido de

<http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/practicas/nema-amb-fanerogamas.html>

- Ramírez, J. (2014). Población de Nematodos. México. Obtenido de: <https://es.nematodos.com/doc>.
- Ramos, S. (2012). Principio de Arquímedes. Cali. Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/94366378/Informe-LAB-3-Principio-de-Arquimedes>
- Revelo, J. (2003). Manejo Integrado del nematodo del quiste de la papa en Ecuador. Nematrópica. Ecuador.
- Reyes, J. 2006. Biofumigación con (Brasica Oleracea) como control de nematodos en cultivos de papa y tomate en Jiutepec, Morelos.
- Roberts, M, (2011). Fundamentos de patología vegetal. Zaragoza: Acribia.
- Robinson, J, (2010). Control de nemátodos. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/miscelaneos/control-de-nematodos/>
- Rosero, N (2012). Evaluación de nemaquill y vidate l, en el manejo poblacional de nemátodos en el cultivo de papa. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4309/1/Tesis-41agr.pdf>
- Ruiz, A (2012). Viaje al asombroso mundo de los hongos. México: Fondo de Cultura Económica.
- Talavera, M. (2003). Manual de Nematología Agrícola–Introducción al Análisis y al Control Nematológico para Agricultores y Técnicas de Agrupaciones de Defensa Vegetal. Instituto de Recerca I Formació Agraria I Pesquera., 1–9.
- Tecnoagro. (2010). Variedades de nabos. Obtenido de: <https://tecnoagro.com.mx/revista/no-52/brassica-napus-l-var-napobrassica-l-rchb-el-nabo/>
- Trópicos. (2017). Catálogo de plantas vasculares del Ecuador. Obtenido de: <http://www.tropicos.org/Name/4100074?projectid=2>
- Trópicos. (2017). Catálogo de plantas vasculares de Colombia. Obtenido de: <http://www.tropicos.org/Name/4100251?projectid=11>
- Vuelta L. (2014). LA BIOFUMIGACIÓN Y LA SOLARIZACIÓN COMO ALTERNATIVAS AL MANEJO DE PLAGAS DEL SUELO. Ciencia en su PC, Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181331235002.pdf>

Wolcan, S., & Grego, P. (2011). Enfermedades de *Dianthus caryophyllus*. Obtenido de <http://www.fitopatoatlas.org.ar/default.asp?hospedante=>

6.3. ANEXOS

Anexo 1.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 40 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	16,67	14,29	14,29	53,75	15,08
V1D2	5,00	4,55	4,17	13,72	4,57
V2D1	6,67	11,11	7,14	24,92	8,31
V2D2	8,33	13,04	8,00	29,37	9,79
V3D1	13,33	14,29	14,29	41,91	13,97
V3D2	3,85	8,70	4,35	16,90	5,63
V4D1	17,65	20,00	15,79	53,44	17,81
V4D2	25,00	25,00	20,00	70,00	23,33
T	6,25	5,56	5,56	17,37	5,79

Anexo 2.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 80 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	8,33	7,14	14,29	34,02	9,92
V1D2	5,00	9,09	8,33	22,42	7,47
V2D1	6,67	5,56	7,14	19,37	6,46
V2D2	8,33	8,70	8,00	25,03	8,34
V3D1	6,67	7,14	7,14	20,95	6,98
V3D2	3,85	4,35	4,35	12,55	4,18
V4D1	11,76	13,33	10,53	35,62	11,87
V4D2	10,00	15,00	15,00	40,00	13,33
T	6,25	5,56	11,11	22,92	7,64

Anexo 3- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 120 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	16,67	7,14	14,29	46,60	12,70
V1D2	10,00	13,51	12,39	35,90	11,97
V2D1	13,33	5,56	7,14	26,03	8,68
V2D2	12,39	8,70	11,89	32,98	10,99
V3D1	13,33	7,14	14,29	34,76	11,59
V3D2	7,69	12,93	8,70	29,32	9,77
V4D1	11,76	19,82	10,53	42,11	14,04
V4D2	20,00	20,00	20,00	60,00	20,00
T	6,25	5,56	5,56	17,37	5,79

Anexo 4.-Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 30 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	10,00	20,00	10,00	40,00	13,33
V1D2	20,00	20,00	20,00	60,00	20,00
V2D1	10,00	15,00	20,00	45,00	15,00
V2D2	15,00	20,00	20,00	55,00	18,33
V3D1	20,00	10,00	15,00	45,00	15,00
V3D2	20,00	10,00	10,00	40,00	13,33
V4D1	10,00	20,00	20,00	50,00	16,67
V4D2	15,00	10,00	20,00	45,00	15,00
T	10,00	20,00	20,00	50,00	16,67

Anexo 5.- Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 60 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	30,00	30,00	30,00	90,00	30,00
V1D2	30,00	20,00	20,00	70,00	23,33
V2D1	25,00	30,00	30,00	85,00	28,33
V2D2	20,00	25,00	25,00	70,00	23,33
V3D1	30,00	25,00	20,00	75,00	25,00
V3D2	25,00	20,00	20,00	65,00	21,66
V4D1	20,00	30,00	20,00	70,00	23,33
V4D2	25,00	25,00	25,00	75,00	25,00
T	20,00	30,00	25,00	75,00	25,00

Anexo 6.- Datos obtenidos Volumen de Raíz del cultivo de papa a los 90 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	60,00	50,00	60,00	170,00	56,67
V1D2	70,00	50,00	50,00	170,00	56,67
V2D1	40,00	40,00	40,00	120,00	40,00
V2D2	50,00	50,00	60,00	160,00	53,33
V3D1	80,00	60,00	70,00	210,00	70,00
V3D2	50,00	50,00	50,00	150,00	50,00
V4D1	40,00	50,00	40,00	130,00	43,33
V4D2	60,00	60,00	50,00	170,00	56,67
T	40,00	60,00	40,00	140,00	46,67

Anexo 7.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 30 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	25,00	30,00	30,00	85,00	28,33
V1D2	20,00	30,00	30,00	80,00	26,67
V2D1	25,00	25,00	20,00	70,00	23,33
V2D2	35,00	30,00	35,00	100,00	33,33
V3D1	28,00	30,00	27,00	85,00	28,33
V3D2	24,00	22,00	23,00	69,00	23,00
V4D1	20,00	22,00	25,00	67,00	22,33
V4D2	24,00	26,00	25,00	75,00	25,00
T	20,00	21,00	20,00	61,00	20,33

Anexo 8.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 60 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	55,00	50,00	54,00	159,00	53,00
V1D2	52,00	50,00	50,00	152,00	50,67
V2D1	53,00	52,00	54,00	159,00	53,00
V2D2	58,00	56,00	55,00	169,00	56,33
V3D1	46,00	49,00	50,00	145,00	48,33
V3D2	47,00	48,00	47,00	142,00	47,33
V4D1	46,00	48,00	48,00	142,00	47,33
V4D2	50,00	52,00	50,00	152,00	50,67
T	47,00	48,00	45,00	140,00	46,67

Anexo 9.- Datos obtenidos de la Altura de la Planta a los 90 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	75,00	70,00	73,00	218,00	72,67
V1D2	69,00	68,00	70,00	207,00	69,00
V2D1	74,00	76,00	75,00	225,00	75,00
V2D2	72,00	72,00	71,00	215,00	71,67
V3D1	68,00	70,00	67,00	205,00	68,33
V3D2	69,00	66,00	68,00	203,00	67,67
V4D1	65,00	68,00	66,00	199,00	66,33
V4D2	70,00	70,00	72,00	212,00	70,67
T	60,00	64,00	63,00	187,00	62,33

Anexo 10.- Datos obtenidos del Número de tubérculos por planta

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	20,00	21,00	21,00	62,00	20,67
V1D2	15,00	16,00	14,00	45,00	15,00
V2D1	17,00	16,00	16,00	49,00	16,33
V2D2	20,00	20,00	21,00	61,00	20,33
V3D1	14,00	15,00	15,00	44,00	14,67
V3D2	10,00	9,00	9,00	28,00	9,33
V4D1	8,00	8,00	8,00	24,00	8,00
V4D2	13,00	14,00	14,00	41,00	13,67
T	10,00	10,00	11,00	31,00	10,33

Anexo 11.- Datos Obtenidos del Número de tubérculos de Primera

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIO
	R1	R2	R3		
V1D1	6,00	6,00	7,00	19,00	6,33
V1D2	4,00	3,00	4,00	11,00	3,67
V2D1	7,00	6,00	6,00	19,00	6,33
V2D2	6,00	7,00	8,00	21,00	7,00
V3D1	6,00	6,00	5,00	17,00	5,67
V3D2	4,00	3,00	4,00	11,00	3,67
V4D1	3,00	3,00	4,00	10,00	3,33
V4D2	5,00	6,00	5,00	16,00	5,33
T	4,00	3,00	4,00	11,00	3,67

Anexo 12.- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad a los 0 Días

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
	R1	R2	R3		
V1D1	17760	20720	20720	59,200	19733,33
V1D2	29600	32560	35520	97680	32560,00
V2D1	22200	22640	20720	65560	21853,33
V2D2	35520	34040	37000	106560	35520
V3D1	22200	20720	20720	63640	21213,33
V3D2	38480	34040	34040	106560	35520
V4D1	25160	22200	28120	75480	25160
V4D2	29600	29600	29600	88800	29600
T	19240	26640	26640	72520	24173,33

Anexo 13- Datos Iniciales de los Nematodos Vivos y Muertos

Repeticiones	Tratamientos	Vivos 0 Días	Vivos 40 Días	Muertos 40 Días	Vivos 80 Días	Muertos 80 Días	Vivos 120 Días	Muertos 120 Días
1	V1D1	12	5	2	6	1	4	2
2	V1D1	14	4	2	5	1	4	1
3	V1D1	14	5	2	4	2	6	2
1	V1D2	20	4	1	4	1	4	2
2	V1D2	22	6	1	4	2	5	3
3	V1D2	24	7	1	4	1	6	2
1	V2D1	15	3	1	5	1	6	2
2	V2D1	18	5	2	4	1	6	1
3	V2D1	14	6	1	4	1	6	1
1	V2D2	24	6	2	3	2	4	3
2	V2D2	23	5	3	5	2	4	2
3	V2D2	25	5	2	4	2	5	3
1	V3D1	15	5	2	5	1	3	2
2	V3D1	14	6	2	4	1	5	1
3	V3D1	14	5	2	5	1	6	2
1	V3D2	26	2	1	2	1	5	2
2	V3D2	23	4	2	3	1	4	3
3	V3D2	23	4	1	4	1	5	2
1	V4D1	17	7	3	4	2	6	2
2	V4D1	15	6	3	5	2	4	3
3	V4D1	19	6	3	5	2	6	2
1	V4D2	20	4	5	5	2	8	4
2	V4D2	20	7	5	6	3	7	4
3	V4D2	20	6	4	5	3	4	4
1	T	16	13	1	8	1	10	1
2	T	18	6	1	8	1	7	1
3	T	18	15	1	12	2	14	1

Anexo 14- Datos obtenidos del porcentaje de mortalidad de nematodos

Repeticiones	Tratamientos	Número de Nematodos a cero Días	Número de Nematodos Muertos a los 40 Días	%M 40Días	Número de Nematodos Muertos a los 80 Días	Número de Nematodos a los 120 Días	%M 80Días	%M 120Días
1	V1D1	17760,00	2960,00	16,6666667	1480,00	2960,00	8,3333333	16,6666667
2	V1D1	20720,00	2960,00	14,2857143	1480,00	1480,00	7,1428571	7,1428571
3	V1D1	20720,00	2960,00	14,2857143	2960,00	2960,00	14,2857143	14,2857143
1	V1D2	29600,00	1480,00	5	1480,00	2960,00	5	10
2	V1D2	32560,00	1480,00	4,5454545	2960,00	4400,00	9,0909091	13,5135135
3	V1D2	35520,00	1480,00	4,1666667	2960,00	4400,00	8,3333333	12,3873874
1	V2D1	22200,00	1480,00	6,6666667	1480,00	2960,00	6,6666667	13,3333333
2	V2D1	26640,00	2960,00	11,1111111	1480,00	1480,00	5,5555556	5,5555556
3	V2D1	20720,00	1480,00	7,1428571	1480,00	1480,00	7,1428571	7,1428571
1	V2D2	35520,00	2960,00	8,3333333	2960,00	4400,00	8,3333333	12,3873874
2	V2D2	34040,00	4440,00	13,0434783	2960,00	2960,00	8,6956522	8,6956522
3	V2D2	37000,00	2960,00	8	2960,00	4400,00	8	11,8918919
1	V3D1	22200,00	2960,00	13,3333333	1480,00	2960,00	6,6666667	13,3333333
2	V3D1	20720,00	2960,00	14,2857143	1480,00	1480,00	7,1428571	7,1428571
3	V3D1	20720,00	2960,00	14,2857143	1480,00	2960,00	7,1428571	14,2857143
1	V3D2	38480,00	1480,00	3,8461538	1480,00	2960,00	3,8461538	7,6923077
2	V3D2	34040,00	2960,00	8,6956522	1480,00	4400,00	4,3478261	12,9259694
3	V3D2	34040,00	1480,00	4,3478261	1480,00	2960,00	4,3478261	8,6956522
1	V4D1	25160,00	4440,00	17,6470588	2960,00	2960,00	11,7647059	11,7647059

2	V4D1	22200,00	4440,00	20	2960,00	4400,00	13,333	19,819
							3333	8198
3	V4D1	28120,00	4440,00	15,789	2960,00	2960,00	10,526	10,526
				4737	0	0	3158	3158
1	V4D2	29600,00	7400,00	25	2960,00	5920,00	10	20
					0	0		
2	V4D2	29600,00	7400,00	25	4440,00	5920,00	15	20
					0	0		
3	V4D2	29600,00	5920,00	20	4440,00	5920,00	15	20
					0	0		
1	T	23680,00	1480,00	6,25	1480,00	1480,00	6,25	6,25
					0	0		
2	T	26640,00	1480,00	5,5555	1480,00	1480,00	5,5555	5,5555
				5556	0	0	5556	5556
3	T	26640,00	1480,00	5,5555	2960,00	1480,00	11,111	5,5555
				5556	0	0	1111	5556

Anexo 15.- Siembra de las variedades de brassicaceas



Anexo 16.- Siembra en el campo las variedades de brassicaceas



Anexo 17.- Las variedades de brassicaceas en flor



Anexo 18.- Picado de las brassicaceas



Anexo 19.- Incorporación de las brassicaceas en una dosis de 6kg/m² a los 0 días



Anexo 20.- Incorporación de las brassicaceas en una dosis de 9kg/m² a los 30 días



Anexo 21.- Determinación del volumen de raíz de la papa



Anexo 22.- Determinación del volumen de follaje de la papa



Anexo 23.- Altura de la planta del cultivo de papa



Anexo 24.- Selección de tubérculos



Anexo 25.- Método de Baermann



Anexo 26.- Observación y contabilización de los nematodos



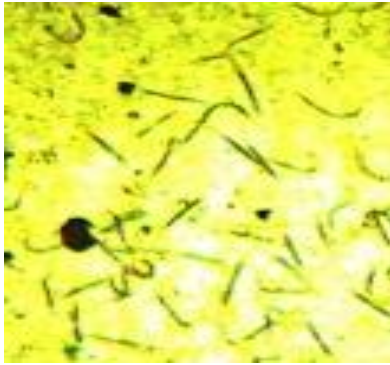
Anexo 27.- Elutriador de Fenwick



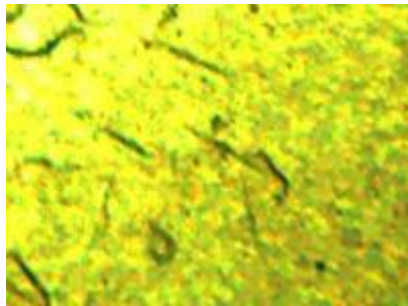
Anexo 28.- Número de nematodos por metro cuadrado a los 0 días



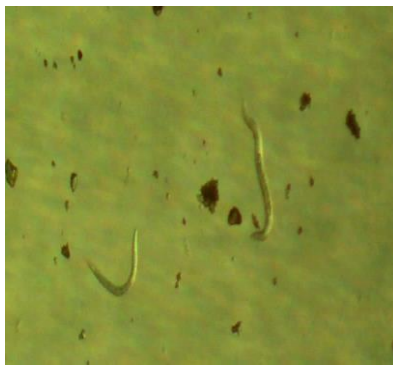
Anexo 29.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 40 días




Anexo 30.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 80 días



Anexo 31.- Número de nematodos muertos por metro cuadrado a los 120 días



**Anexo 32.- Análisis del suelo del nematodo Globodera en la granja experimental
"INIAP"**

 <p>AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO</p>	<p>LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-22372-844/2372-845</p>	<p>PGT/N/09-F001</p>
	<p>INFORME DE ANÁLISIS</p>	<p>Rev. 7</p>
		<p>Hoja 1 de 1</p>

Informe N°: LN-N-E18-003
Fecha emisión Informe: 08/03/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Silva Araujo Claudio Damian
Dirección: Juan León Mera y Darquea
Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato

Teléfono: 0968076651
Correo Electrónico: claudiodsa1992@yahoo.com
N° Orden de Trabajo: N-18-CGLS-0162
N° Factura/Documento: 12012


DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Apropriada
Cultivo: Papa	Variedad: Chaucha
País: Ecuador	Coordenadas: X: NI Y: NI Altitud: NI
Provincia: Tungurahua	
Cantón: Quero	
Parroquia: La Matriz	
Responsable de toma de muestra: Claudio Silva	
Fecha de toma de muestra: 15/01/2018	Fecha de inicio del análisis: 17/01/2018
Fecha de recepción de la muestra: 16/01/2018	Fecha de finalización del análisis: 26/01/2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	TIPO DE ANÁLISIS	MÉTODO	FAMILIA	GÉNERO /ESTADIO	ESPECIE	CONTEO	UNIDAD
N-18-004	4C5	Nematológico suelo género	PEE/N/03 PEE/N/14	Heteroderidae	<i>Globodera</i>	spp	1200	Nemátodos /100 g de suelo

Anexo 33.- Fotografías del Quiste de Globodera en la granja experimental "INIAP"

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-22372-844/2372-845	PGT/N/09-F001
	INFORME DE ANÁLISIS	Rev. 7
		Hoja 1 de 1

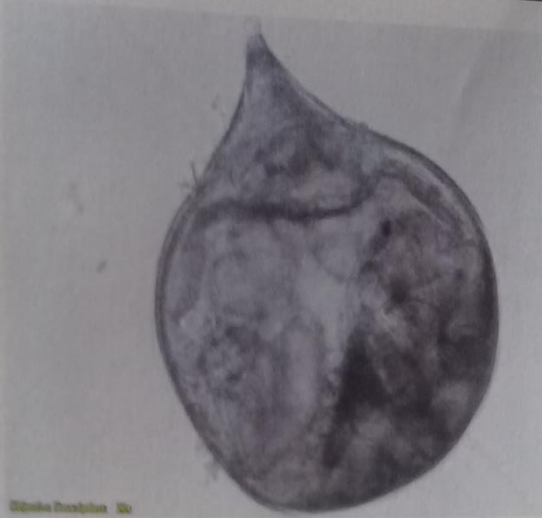


Fig. 3. Quiste de *Globodera* spp.


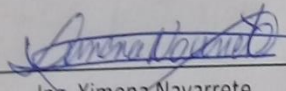

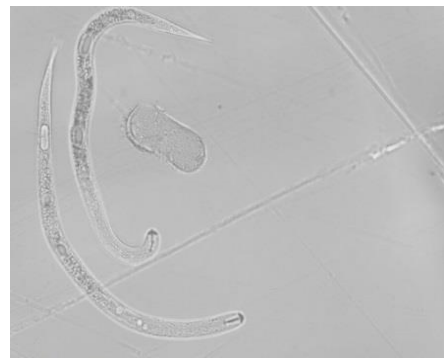
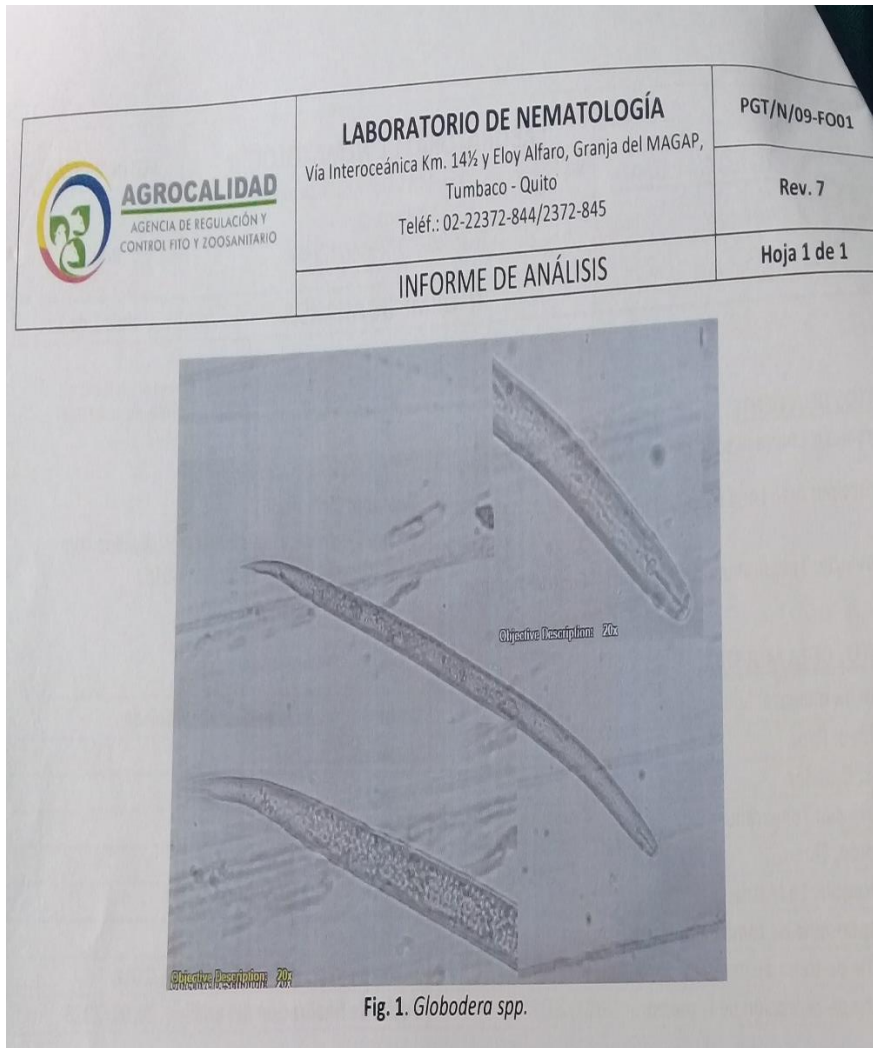


Fig. 4. Huevos de *Globodera* spp.


Ing. Ximena Navarrete
Responsable Técnico
Laboratorio de Nematología

**AGROCALIDAD**
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO
LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

Anexo 34.- Fotografías del nematodo *Globodera* en la granja experimental “INIAP”



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1 TÍTULO

Utilización de Mostaza (*Sinapis alba*) para el Control de Nematodos *Globodera sp*, en el Cultivo de papa.

7.2 DATOS INFORMATIVOS

La propuesta estará vigente en zonas paperas del Cantón Quero con alta incidencia de nematodos, con la asistencia técnica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

7.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La presente propuesta desde el punto de vista técnico se fundamenta en los resultados de la investigación titulada: Utilización de Mostaza (*Sinapis alba*) para el Control de Nematodos en el Cultivo de papa, en la cual la mostaza en una dosis de 9kg/m² ayudó a reducir la mayor población de nematodos en el cultivo de papa reduciendo los daños hechos al medio ambiente, a la salud, así como mejorando su producción.

7.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los nematodos tienen una gran importancia negativa en la agricultura del país. Los nematodos están en interacción entre géneros y otros patógenos. El control es indispensable y en la actualidad se buscan alternativas más duraderas y con menos uso de nematicidas. La aplicación de materia orgánica y agentes biológicos controladores es una medida más duradera y sostenible.

Generalmente los nematodos y otras plagas del suelo se combaten mediante la aplicación de productos químicos y/o fumigantes de alta toxicidad, como el Curacron. A partir de la prohibición de algunas sustancias químicas, debido principalmente a su efecto destructor de la capa de ozono, se han comenzado a investigar diferentes alternativas de control, y en este sentido, la aplicación de mostaza aparece como herramienta efectiva y de bajo impacto ambiental, para combatir los nematodos.

7.5 OBJETIVO

Aplicar una dosis de 9kg/m² de Mostaza (*Sinapis alba*) para el control de nematodos en el cultivo de papa.

7.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La mostaza (*Sinapis Alba*) es una de las plantas recomendadas para realizar un abono verde, debido a sus características y propiedades, como son:

- Rapidez de crecimiento
- Raíces con propiedades nematicidas
- Potencializa la producción de cosecha no contaminada
- Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo
- Por lo general se evita la utilización de sustancias tóxicas para el control de nematodos.

7.7 FUNDAMENTACIÓN

La falta de conocimiento y la deficiente investigación acerca de métodos alternativos de manejo de nematodos inciden en el uso indiscriminado de nematicidas químicos provocando daños severos a la salud de los agricultores y por ende al medio ambiente.

Bajo condiciones experimentales en microlotes de campo, se ha demostrado que al controlar el nematodo con un nematicida se logra un incremento significativo en el peso de los tubérculos.

Al respecto Robinson (2012), manifiesta que el manejo más efectivo para nematodos requiere una aproximación integrada que se enfoque en prevenir que las poblaciones del suelo alcancen niveles de umbrales dañinos y en la implementación de opciones de control a medida que sean necesarias. La densidad de la población de nematodos a la hora de la siembra determina la gravedad de la infección y las pérdidas de rendimiento potenciales.

7.8 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.8.1 Utilización de mostaza (*Sinapis alba*)

- Recolectar las semillas procedentes del material identificado.
- Seleccionar y secar las semilla bajo sombra, previo a la eliminación de material no deseado
- Las semillas seleccionadas sembrar en bandejas 338 de capacidad de 12 cc por alveolo.
- Utilizar sustrato kekkila, una semilla por alveolo y un tape ligero
- Utilizar el material vegetal germinado y a los 30 días sembrar en el terreno a utilizarse en el cultivo.

7.8.2 Siembra en el Terreno

- Trasplantar en el terreno a distancia de 10 cm entre planta y 10 cm entre hilera
- Cosechar y obtener la biomasa cuando la mostaza (*Sinapis alba*) empieza a florecer.

7.8.3 Extracción de biomasa

- Realizar la incorporación de la mostaza (*Sinapis alba*) picando la biomasa, con la ayuda de una picadora.

7.8.4 Aplicación

Aplicar la mostaza (*Sinapis alba*) en una dosis de 9kg/m² a los 30 días, en el cultivo de papa

7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Después de un año, se hará una evaluación de la aplicación de la propuesta en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación, para lo cual previamente la propuesta será sometida a un proceso de socialización entre los agricultores paperos del cantón Quero.