

**CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



TESIS:

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLAR NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) variedad Loman, EN CASERÍO VISTA HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

POR:

YEINSON OBDUVER OROZCO OROZCO

CARNET

201141018

ASESORES:

ING. AGR. GUILLERMO ARTURO CHÁVEZ ARROYO.
ING. AGR. NEHEMIAS JUAN RIVERA

SAN MARCOS 2,018

INDICE GENERAL

No. Contenido	No. PAGINA.
INDICE GENERAL.....	I
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE IMÁGENES.....	V
INDICE DE GRAFICAS.....	V
INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	VI
INDICE DE ANEXOS.....	VII
ACRONIMOS.....	VIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. TITULO DEL TEMA	1
2. INTRODUCCIÓN.	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
4. JUSTIFICACIÓN.	4
5. MARCO TEORICO	6
5.1. MARCO TEORICO CONCEPTUAL:	6
5.1.1.Origen del cultivo de la papa (<i>solanum sp</i>).....	6
5.1.2.Descripción de la papa, (<i>Solanumtuberosum</i> L.).....	6
<input type="checkbox"/> Descripción Botánica	6
<input type="checkbox"/> Clasificación Taxonómica de la papa (Rivera, Julio 2,002)	7
5.1.3.zonas de producción en Guatemala.....	7
5.1.4.Clima	8
5.1.5.Suelo	8
5.1.6.Principales variedades cultivadas.....	9
5.1.7.Variedad loman	10
5.1.8.Situación Actual del Cultivo de la papa en Guatemala.....	10
5.1.9.Elementos que determinan la calidad de semilla.....	11
5.1.10. Nematodos	12
5.1.11. Nematodos fitoparasitos.....	12
<input type="checkbox"/> Síntomas y Daños.....	13
<input type="checkbox"/> Características Morfológicas y Anatómicas	14
<input type="checkbox"/> Hábitos alimenticios	16
<input type="checkbox"/> Distribución de los nematodos en el suelo.....	17
<input type="checkbox"/> Muestreo:	17
<input type="checkbox"/> Toma de Muestra	18
5.1.12. Nematodos reportados en Guatemala.....	20
a) Nematodos Formadores de Quistes.	20

□ Taxonomía	20
□ Identificación	22
5.1.14. Métodos de muestreo de nematodos	26
5.1.15. Extracción de nematodos	27
□ Método tamizado-centrifugado con flotación en acetona (Embudo Fenwick)	27
□ Extracción de nematodos.....	27
□ Procedimiento para la extracción de quistes.....	28
□ Confirmación	29
5.1.16. Control Biológico	29
5.1.17. Plantas con propiedades nematicidas (Control biológico)	30
a) Tagetestenuifolia.....	30
b) Crotalarialongirostrata.....	31
5.1.18. Trichoderma (control biológico)	32
□ Modo de acción.....	33
5.2. MARCO REFERENCIAL.....	34
5.2.1 Ubicación geográfica:	34
5.2.2.Clima:	34
5.2.3.Vías de acceso:.....	34
5.2.4.Agua:.....	35
5.2.5.Bosque	35
5.2.6.Tenencia de suelos	35
5.2.7.Usos del suelo.....	35
5.2.8.Población.....	35
5.2.9.Diversificación de cultivos	36
5.2.10. Actividades generadoras de ingreso	36
5.2.11. Población Económica Activa. (PEA).....	36
6. OBJETIVOS.....	37
6.1. GENERAL.....	37
6.2. ESPECÍFICOS.....	37
7. HIPÓTESIS.....	38
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
8.1. Recursos:.....	39
8.2. Metodos.....	40
□ análisis económico:.....	40
8.3. Metodología:	41
8.3.1.Primera fase	41
8.3.1.1. Elección de área:.....	41
8.3.1.2. Área experimental:	41
8.3.1.3. Primer muestreo	41
8.3.2.Segunda fase:	42
Manejo de tratamientos y diseño experimental.....	42

8.3.2.1. Tratamientos:	42
8.3.2.3. Diseño experimental:.....	43
8.3.2.4. Modelo estadístico:.....	43
8.3.2.5. Croquis de campo:	43
8.3.2.6. Dosis:	44
8.3.2.8. Localidad experimental:.....	44
8.3.2.9. Área:.....	44
8.3.2.10. Unidad experimental:.....	44
8.3.3. Tercera fase:	45
8.3.3.1. Manejo del experimento (fase de campo)	45
8.3.3.2. Fase de laboratorio.....	47
8.3.3.3. Variables de respuestas:	48
8.3.3.4. Fase de gabinete.....	49
análisis estadístico:	49
9. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	49
9.1. Número de nematodos	50
9.2. Altura de las plantas	51
9.3. Rendimiento.....	52
9.4. Plantas dañadas.	53
9.5. Gráficas	54
9.6. ANÁLISIS ECONÓMICO A TRAVES DE PRESUPUESTOS PARCIALES.	57
10CONCLUSIONES.....	49
11.RECOMENDACIONES.....	50
12. FUENTES CONSULTADAS.....	62
13. ANEXOS.	66

INDICE DE CUADROS.

No.	CONTENIDO	No. Página.
1.	parámetros de infestación	19
2.	características de <i>G. rostochiensis</i> , <i>G. pallida</i>	22
3.	Diseminación del nematodo <i>rostochiensis</i> y <i>pallida</i>	24
4.	Actividades generadoras de ingresos económicos	36
5.	Croquis de campo	43
6.	Tratamientos, concentraciones y dosis.	44
7.	ANDEVA número de nemátodos	50
8.	Prueba de tukey, número de nemátodos	50
9.	ANDEVA Altura de plantas	51
10.	Prueba de Tukey. Altura de plantas.	51
11.	ANDEVA Rendimiento	52
12.	Prueba de Tukey Altura de plantas.	52
13.	ANDEVA plantas dañadas.	53
14.	Prueba de Tukey Altura de plantas.	53
15.	Precios de papa	57
16.	Análisis de dominancia de los tratamientos en el control de nemátodos enfocándose a rendimientos.	57
17.	Tasa de retorno marginal	58
18.	Coeficiente de correlación Rendimiento / altura de plantas	59
19.	Cronograma de actividades	68

INDICE DE IMÁGENES

No.	CONTENIDO	No. Página.
1.	variedad loman	10
2.	Ciclo de vida de nematodos	16
3.	Hembras blancas y quistes del nematodo enquistador de la papa adheridos a la raíz.	16
4.	Patrones de muestreo para nematodos. (a) Muestreo al azar; (b-d) Muestreo sistemático	27
5.	Croquis de unidad experimental	43

INDICE DE GRÁFICAS.

No.	CONTENIDO	No. Pagina.
1.	Incidencia y clasificación de nematodos	54
2.	Presencia de nematodos	55
3.	Rendimientos	55
4.	Daño a tubérculos	56
5.	Altura de follaje.	56
6.	Línea de regresión rendimiento y altura de planta	59

INDICE DE FOTOGRAFÍAS.

No.	CONTENIDO	No. Página.
1.	Medición del área experimental	80
2.	Primer muestreo.	80
3.	Parcelas con sus respectivas muestras.	81
4.	Preparación del terreno.	81
5.	Trazado de surcos.	82
6.	Siembra de papa.	82
7.	Revisión del cultivo.	83
8.	Aporque del cultivo.	83
9.	Fertilización del cultivo.	84
10.	Control de enfermedades y plagas.	84
11.	Identificación de cada parcela y del área experimental.	85
12-13.	Preparación de tratamiento de Chipilín.	85
14-15	preparaciones de tratamiento Flor de muerto.	86
16.	Aplicación de tratamientos en campo definitivo.	86
17.	segundo aporque y control de plantas no deseadas en el cultivo.	87
18.	Cosecha.	87
19.	Selección de plantas dañadas.	88
20.	Peso y selección de la cosecha.	88

INDICE DE ANEXOS.

No.	CONTENIDO	No. Página.
1.	Especies identificadas en Guatemala.	67
2.	Cronograma de actividades	68
3.	Mapa de la ubicación de Guatemala	69
4.	Mapa de la ubicación de San Marcos.	69
5.	Mapa de la ubicación de San Antonio	70
6.	Mapa de la ubicación de caserío Vista Hermosa	70
7.	Producción de papa, cultivo más importante de Vista Hermosa.	71
8.	Análisis inicial de la investigación	72
9.	Análisis final de la investigación	77
10.	Fotografías de la investigación.	80
11.	Presupuesto	89

ACRONIMOS

µm: Micrómetro

ANDEVA: Análisis de Varianza

CUSAM: Centro Universitario de San Marcos

E.M: Embudo Matraz.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

ICTA: Instituto de Ciencia y Tecnología

INE: Instituto Nacional de Estadística.

MAGA: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.

MAGFOR: Ministerio Agropecuario y Forestal (MANAGUA, NICARAGUA).

Msnm: Metros Sobre el Nivel del Mar.

OC: Organismos que Controla.

PEA: Población Económica Activa.

Ph: Coeficiente de acidez o basicidad.

PIB: Producto Interno Bruto

T/ha: toneladas por hectárea.

USAC: Universidad de San Carlos de Guatemala

UTM: Universal Transversal de Mercator,

RESUMEN EJECUTIVO

La agricultura orgánica está ganando espacio día a día debido a la acción compleja y diversa de organismos vivos que generan beneficios al consumo humano, adicional a eso cabe mencionar que el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en especial la variedad loman está formando parte clave en la economía de San Antonio Sacatepéquez San Marcos y de los municipios que han tomado en el cultivo de papa una fuente accesible de ingresos económicos al cultivarla, el cultivo repetitivo y la omisión de rotación de cultivos ha llevado al cultivo a ser más susceptible a plagas y enfermedades. Una de las plagas menos tratada y que está tomando mayor incidencia en el cultivo son los nemátodos, trayendo efectos como malformación en tubérculos y bajos rendimientos al atrofiar las raíces, debido a ese efecto que cada vez es más evidente se han utilizado ciclo con ciclo nematicidas de origen sintético como medio de control para estos organismos.

La investigación se realizó en caserío Vista Hermosa aldea san Isidro Ixcolochil, San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos, con productos biológicos: flor de muerto, semilla de chipilín y productos a base de Trichoderma (2×10^9 esporas por gramo) ofrecido en el mercado agropecuario de San Marcos para realizar el control de nemátodos en papa, se realizaron 3 aplicaciones de flor de muerto e infusiones de semilla de flor de muerto y 1 aplicación de Trichoderma al inicio del ciclo del cultivo.

El mejor resultado fue el obtenido por el producto a base de Trichoderma quien controló de mejor manera los nemátodos presentes en el suelo, mejoró los rendimientos y aumentó el follaje de las plantas lo que directamente mejora el control de plagas al mejorar la resistencia de la planta.

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLAR NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) variedad Loman, EN CASERÍO VISTA HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

ABSTRACT

EVALUATION OF THREE BIOLOGICAL PRODUCTS TO CONTROL NEMATODES IN THE CULTIVATION OF PAPA (*Solanum tuberosum*) variety Loman, IN CASERÍO VISTA HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ OF THE DEPARTMENT OF SAN MARCOS.

Palabra clave: *control biológico de nematodos*

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., es una actividad a la cual pequeños y medianos agricultores del país se han dedicado desde hace años; adquiriendo importancia como una hortaliza de consumo para la población. Se han determinado más de 70 especies de nematodos en el cultivo de la papa, Algunas especies son importantes por los daños que causan a la producción y la calidad de los tubérculos para semilla o para consumo. (Rivera, Julio 2,002).

Los nematodos son animales microscópicos (conocidos también como gusanos redondos, gusanos filiformes) que se encuentran en una amplia gama de hábitats, especialmente en el suelo y agua. La mayoría son saprofitos (se alimentan de materia orgánica descompuesta o en descomposición), Por lo cual se evaluarán productos que contrarresten la presencia de nematodos dentro de un suelo, en busca del equilibrio en cuanto al umbral económico se refiere. (Coyne & Nicol, (2007).)

La investigación se comprende por tres fases, la primera donde se planifica el muestreo y la elección del área, la segunda fase de campo,

comprendida por los tratamientos y el diseño experimental que se utilizará para la investigación en el municipio de San Antonio, Departamento de San Marcos, muestreando puntos dentro de una extensión de 400 metros cuadrados, al inicio para conocer la presencia de nematodos, Posterior a eso se aplicarán tres productos para el control de nematodos, dos de origen botánico y uno de tipo biológico aplicados en dosis y frecuencias según la recomendación planteada por otras investigaciones, para la evaluación se realizaran muestreos en la parte final del ciclo del cultivo, evidenciando el efecto de los productos aplicados en áreas cultivadas con papa, siendo cada una de ellas georreferenciadas. Y la tercera fase donde se harán las extracciones de quistes de las muestras de suelo mediante el método de Fenwick modificado con flotación en acetona para luego llegar a la tabulación de datos y con ello realizar la evaluación correspondiente según lo planteado. Esta investigación tiene como fin la evaluación de productos de origen Biológico que ayuden al control de nematodos formadores de quistes en el cultivo de papa destinado a la producción de semilla en caserío Vista Hermosa aldea San Isidro Ixcolochil, San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos. Utilizando una metodología de tipo experimental para luego poner a disposición de los agricultores y productores de papa una nueva alternativa de control de nematodos, la cual es totalmente orgánica, logrando productos de mejor calidad y mejorando a la vez las propiedades de sanidad en los suelos. Para ello se estableció un objetivo general que radica en la evaluación y el comparar los efectos de tres productos biológicos para controlar nematodos en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) variedad loman, en caserío Vista Hermosa aldea San Isidro Ixcolochil, san Antonio Sacatepéquez del departamento de san marcos, proponiendo hipótesis que englobaban que al menos un tratamiento tendría resultados positivos en controlar nematodos, mejorar rendimientos y/o resultar rentable para el agricultor.

La investigación se dividió en tres fases: una inicial donde se contemplaron los preparativos, tratamientos y área seleccionada, una segunda fase donde se contempló la implementación de la investigación en campo definitivo y una tercera que abarca la tabulación de datos y el respectivo análisis de cada una de las variables planteadas en la investigación.

Resultados: Como resultados se obtuvo que al momento de contralar nematodos quien mejor resultado presento fue el *Trichoderma atroviride* (2×10^9 *Esposar por gramo*), seguido por la infusión de semilla de chipilín dejando por último infusión de flor de muerto y el testigo, este último presento una media de 29 nematodos/ gr de suelo al finalizar la investigación cabe mencionar que los niveles de nematodos disminuyeron significativamente en todos los tratamientos; al inicio de la investigación el promedio de nematodos era de 178 / gr de suelo, el *Trichoderma atroviride* (2×10^9 *Esposar por gramo*) también presento mejores resultados en el tema de vigorosidad, brindando 5 cm más en promedio que los demás tratamientos, sin embargo el costo del producto y de la aplicación hacen que no tenga diferencia económica con el resto de tratamientos. Pese a ello podemos concluir que quien tuvo resultados positivos fue el tratamiento con *Trichoderma atroviride* (2×10^9 *Esposar por gramo*) para contralar nematodo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Loman, EN CASERÍO VISTA

HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO
SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

Conclusiones.

- En relación al control de nematodos el mejor tratamiento fue el *Trichoderma* seguido por el tratamiento que contenía flor de muerto, por tal motivo se confirma la hipótesis alternativa 1 pues estos

tratamientos presentaron incidencia en el número de nematodos y en rendimientos.

- Se acepta la hipótesis alternativa 2 pues el producto de trichoderma mejoro los rendimientos, seguido por el tratamiento de flor de muerto y tratamiento de chipilín comparado con el testigo.
- Se acepta la hipótesis alternativa 3, pues el tratamiento biológico es más accesible en cuanto a rentabilidad que el testigo, aunque cabe mencionar que existen dos alternativas para esto, la diferencia es relativamente pequeña, pero si los nematodos son persistentes podrían acabar con el 20% o 50 % de la producción lo que nos deja como conclusión que el aplicar un control biológico prevemos de este tipo de pérdidas.
- Todos los tratamientos experimentales tuvieron una incidencia en factores de rendimiento tales como, rendimiento, sanidad, vigorosidad y de algunos otros factores de mejor beneficio para el agricultor por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa 4.

Recomendaciones

- Entre los diferentes tratamientos que se utilizaron, el que brindo mejores beneficios fue el tratamiento de Trichoderma tanto para controlar nematodos como para para mejorar rendimientos, en el caso de los tratamientos restantes mejoran algunos aspectos pero no cubren los gastos hechos, por lo cual no son rentables para el agricultor.
- El uso de plantas y organismos benéficos es un proceso muy recomendable para los agricultores y sobre todo amigable con el medio, cabe resaltar.

que en la mayoría de casos estos productos actúan de manera lenta y progresiva por lo cual es imprescindible realizar estas prácticas en etapas iniciales de cultivos o de áreas que serán utilizadas para cultivos.

- Para el cultivo de papa en el área del occidente y específicamente el municipio de San Antonio Sacatepéquez Guatemala se recomienda el uso de Trichoderma como controlador de nematodos y mejorador de rendimientos, utilizando una aplicación antes de la siembra del cultivo.
- A estudiantes y técnicos del área agrícola se les recomienda continuar con investigaciones relacionadas al control biológico y a la evaluación de otras alternativas como la siembra entre cultivos de plantas con propiedad alelopáticas y antibióticas.

Fuente: EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLAR NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) variedad Loman, EN CASERÍO VISTA HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS. CUSAM, 2018



1. TITULO DEL TEMA

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLAR NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) variedad Loman, EN CASERÍO VISTA HERMOSA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL, SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

2. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., es una actividad a la cual pequeños y medianos agricultores del país se han dedicado desde hace años; adquiriendo importancia como una hortaliza de consumo para la población. Se han determinado más de 70 especies de nematodos en el cultivo de la papa, Algunas especies son importantes por los daños que causan a la producción y la calidad de los tubérculos para semilla o para consumo. (Rivera, Julio 2,002).

Los nematodos son animales microscópicos (conocidos también como gusanos redondos, gusanos filiformes) que se encuentran en una amplia gama de hábitats, especialmente en el suelo y agua. La mayoría son saprofitos (se alimentan de materia orgánica descompuesta o en descomposición), Por lo cual se evaluarán productos que contrarresten la presencia de nematodos dentro de un suelo, en busca del equilibrio en cuanto al umbral económico se refiere. (Coyne & Nicol, (2007).)

En el 2,001 los servicios agrosanitarios de Honduras hicieron suponer que la papa procedente de Guatemala está infectada con el “nematodo dorado” *Globodera rostochiensis* W., por lo que cerraron temporalmente las fronteras a la exportación este cultivo, mientras que El Salvador y Nicaragua reciben el producto bajo estrictas medidas sanitarias, lo que trae como consecuencia que los productores nacionales tengan pérdidas económicas. (Diario al Dia, 2001.)

La presente investigación está comprendida por tres fases, la primera donde se planifica el muestreo y la elección del área, la segunda fase de campo, comprendida por los tratamientos y el diseño experimental que se utilizará para la investigación en el municipio de San Antonio, Departamento de San Marcos, muestreando puntos dentro de una extensión de 400 metros cuadrados, al inicio para conocer la presencia de nematodos, Posterior a eso se aplicarán tres productos para el control de nematodos, dos de origen botánico y uno de tipo biológico aplicados en dosis y frecuencias según la recomendación planteada por otras investigaciones, para la

evaluación se realizarán muestreos en la parte final del ciclo del cultivo, evidenciando el efecto de los productos aplicados en áreas cultivadas con papa, siendo cada una de ellas georreferenciadas. Y la tercera fase donde se harán las extracciones de quistes de las muestras de suelo mediante el método de Fenwick modificado con flotación en acetona para luego llegar a la tabulación de datos y con ello realizar la evaluación correspondiente según lo planteado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum.*, es un generador económico, además, tiene importancia en el mercado interno como fuente de alimento y trabajo, ya que se cosecha 9,520 hectáreas con una producción promedio de 203.21 tm a nivel nacional. Este cultivo es afectado por diversos parásitos y entre estos los nematodos juegan un papel muy importante, debilitando la planta y contaminando la semilla que se usara en el siguiente ciclo de cultivo. (MAGA, El agro en Cifras 2013, 2013).

Este cultivo es afectado por diversos parásitos y entre estos los nematodos juegan un papel muy importante. Sin embargo, los nematodos formadores de quistes, *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens y *G. pallida* (Stone) Behrens por mencionar algunos, son considerados los más dañinos, produciendo un debilitamiento de la planta, provocando enanismo, amarillamiento y una disminución en la producción, teniendo incluso repercusión en la calidad comercial, debido a las pérdidas económicas que generan éstos nematodos por citar algunos géneros de nematodos, los países que no tienen reportada esta plaga adopta medidas de protección internacional así como medidas cuarentenarias estrictas hacia países afectados por la presencia de la plaga y van dirigidas especialmente a productos y subproductos de plantas hospederas de tal nematodo. (LEAL, OCTUBRE, 2015)

Especies de nematodos que causan daño en la papa pueden ocasionar la reducción de la producción hasta en 20 %. Además de causar pérdidas directas, algunos nematodos también afectan la calidad del tubérculo. Los tubérculos infectados no son aptos para el mercado porque la gente no los desea. Es un error usar esos tubérculos como semilla, pues servirían de fuente de inóculo y diseminación de nematodos. Los huevos de algunas especies permanecen viables en el suelo durante

muchos años. Algunos nematodos son vectores de virus, otros interactúan con agentes patógenos para causar complejo de enfermedades. Los nematodos también pueden afectar la resistencia de las plantas a otros fitopatógenos

Existen productos químicos para el control de nematodos y también alternativas comprendidas por productos biológicos y/o botánicos, pero hasta la fecha no han sido evaluados en el departamento de San Marcos.

Por tal razón nos preguntamos ¿Cuál es el efecto de tres productos biológicos para controlar nematodos en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) variedad loman, en caserío vista hermosa aldea san Isidro Ixcolochi, San Antonio Sacatepéquez del departamento de san marcos?

4. JUSTIFICACIÓN.

Guatemala es eminentemente agrícola, eso nos muestran los datos publicados por el INE en el 2011, donde se describe que la ocupación económica número uno es la agricultura con un total de 5,341, 221 (de un total de 10, 682, 442 empleos) involucrados, aun por encima del comercio, para el departamento de San Marcos tenemos que del 36% de la población que se dedica a la actividad agrícola, un 10% cultiva papa, principalmente como otra alternativa de fuente de ingresos y en segunda instancia para el autoconsumo. (MAGA, El agro en Cifras 2013, 2013)

Los nematodos afectan a la semilla contaminándola y estando en ella hasta por 8 años en estado de esclerotismo, por consiguiente es sencillo contaminar suelos cuando la semilla es llevada a otros lugares, debido a las pérdidas económicas que generan éstos nematodos, los países que no tienen reportada esta plaga adoptan medidas de protección internacional, así como medidas cuarentenarias estrictas hacia países afectados por la presencia de la plaga y van dirigidas especialmente a productos y subproductos de plantas hospederas de nematodos, todos los suelos contienen nematodos y en Guatemala se encuentran presente la familia *heteroderidae* (*G. Rostochiensis*, *G. Pallida*) que son los responsables de quistes.

(Cartaya, 2008.) Nos ubica en la décima posición como país, en su documento “el nematodo quiste de la papa.: origen, diseminación, biología e importancia económica”.

Muchos estudios se han realizado sobre enfermedades, plagas y otros elementos que pueden afectar el rendimiento y calidad del producto de la papa, pero no existe un estudio hasta el día de hoy acerca de la presencia de nematodos en suelos del altiplano marquense, y tampoco un estudio que respalde la utilización de alguna alternativa en la mitigación de la presencia de estos organismos con el fin de obtener semilla sana, por lo cual se pretende una solución a esa problemática con este estudio.

Esta investigación tiene como fin la evaluación de productos de origen Biológico que ayuden al control de nematodos formadores de quistes en el cultivo de papa destinado a la producción de semilla en caserío Vista Hermosa aldea San Isidro Ixcolochil, San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos. Utilizando una metodología de tipo experimental para luego poner a disposición de los agricultores y productores de papa una nueva alternativa de control de nematodos, la cual es totalmente orgánica, logrando productos de mejor calidad y mejorando a la vez las propiedades de sanidad en los suelos.

La presenta investigación se trabajará con el respaldo institucional de dos entidades: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola - ICTA- que busca mejorar la producción y calidad de cultivos en la región, y el Centro Universitario de San Marcos – CUSAM- que busca en sus líneas sociales, educativas y de extensión el optimizar la producción agrícola a través de la implementación de una agricultura orgánica y sostenible.

5. MARCO TEORICO

5.1. MARCO TEORICO CONCEPTUAL:

5.1.1. Origen del cultivo de la papa (*solanum sp*).

El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, donde esta planta evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. La papa llega a Europa en el siglo XVI por dos vías diferentes: una fue España hacia 1570, y otra fue por las Islas Británicas entre 1588 y 1593, desde donde se expandió por toda Europa. Realmente el desarrollo de su cultivo comienza en el siglo XVIII, a partir de producciones marginales y progresivamente va adquiriendo cierta importancia transcurridos 200 años. (Rivera, Julio 2,002).

5.1.2. Descripción de la papa, (*SolanumtuberosumL.*)

- **Descripción Botánica**

Es una planta herbácea, vivaz, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro Subterráneo de naturaleza rizomatosa del cual se originan los tubérculos.

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 yerma del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antociámicos 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 foliolos 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. Es una planta autógama, siendo si androesterilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc.

g) Frutos: en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. (Rivera, Julio 2,002).

- **Clasificación Taxonómica de la papa** (Rivera, Julio 2,002)

Reino: Vegetal
 División: Magnoliophyta
 Clase: Magnolipsida
 Subclase: Asteridae
 Orden: Solanales
 Familia: Solanaceae
 Género: Solanum
 Especie: *Solanum tuberosum* L.

5.1.3. zonas de producción en Guatemala

De acuerdo a las condiciones bioclimaticas de las regiones, dentro de las áreas óptimas para el cultivo de la papa se encuentran los siguientes departamentos: Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Totonicapán, Guatemala, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jutiapa y Jalapa (Rivera, Julio 2,002)

5.1.4. Clima

Según Parson D. FAO, 1987 citado por (Rivera, Julio 2,002) . El cultivo de la papa, requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe alcanzar hasta 20° centígrados para que la planta desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar de los 27° centígrados. Las temperaturas medias óptimas deben ser de 15-18° centígrados y las temperaturas medias por debajo de 5° centígrados no son convenientes.

La papa puede sembrarse en zonas de clima cálido, pero con la condición de que durante la noche la temperatura del suelo sea menor a los 20 grados centígrados. De esta forma la planta puede formar tubérculos. Si esta condición no se cumple, la tuberización no se da o la misma es muy pobre y como consecuencia los rendimientos que se obtienen son bajos. En este tipo de condiciones se debe tener mucho cuidado debido a que los problemas de plagas y enfermedades serán más serios y los tubérculos pueden desarrollar desordenes fisiológicos que pueden demeritar su valor comercial.

El tubérculo no requiere luz para brotar. Sin embargo, cuando la planta ha emergido, necesita bastante luz para su desarrollo. Un sol fuerte durante mucho tiempo reduce la producción.

5.1.5. Suelo

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos posean una buena estructura y un buen drenaje. Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25-30 centímetros. Los suelos muy arenosos no retienen humedad y por esto requieren de riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen los más altos rendimientos. La calidad del producto depende del tipo del suelo. En suelos francos, la epidermis de los tubérculos es más clara, se desarrollan tubérculos más grandes y se conservan mejor en el almacenamiento.

La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Por arriba de pH 5.4, en suelos cultivados por mucho tiempo con papa.

En suelos con valores de pH debajo de 5.0, éste se puede subir por medio de la aplicación de enmiendas calcáreas (encalado de suelos), dos o tres meses antes de la siembra. En el caso contrario, suelos con pH arriba de 5.4, se deben usar abonos a base de sulfatos o bien hacer una aplicación de azufre, sulfato ferroso o sulfato de aluminio (alumbre).

Considerando lo anterior, un buen manejo de los suelos paperos requiere que estos sean tratados de manera que produzcan el máximo rendimiento de tubérculos por el mayor período de tiempo. Para dicho manejo se requiere que se establezcan como objetivos:

- El mantenimiento de una buena estructura,
- Reacción del suelo, y
- Fertilidad del suelo.

Esta última, es la condición menos difícil de mantener con la ayuda de los fertilizantes comerciales, mientras que mantener y mejorar la estructura de un suelo muy pesado (arcilloso) es muy difícil. El cultivo frecuente y por largo tiempo de un suelo franco arcilloso fino tiende a decrecer sus espacios porosos.

El manejo de los suelos franco-arenosos y suelos livianos, en general, es relativamente fácil. Debido a la dificultad de cambiar la estructura y la reacción de un suelo, la elección de suelo para papa es muy importante; para mejorar la estructura del suelo se usan los abonos verdes y los estiércoles. (Rivera, Julio 2,002)

5.1.6. Principales variedades cultivadas

Según (Rivera, Julio 2,002) , las variedades de papa que más se cultivan en Guatemala son: Loman, Atzimba y Tollocan.

5.1.7. Variedad loman



Imagen 1: variedad loman (Rivera, Julio 2,002)

Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo a redondo. La pulpa y piel es de color crema,

susceptible a Tizón Tardío.

Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm). (Rivera, Julio 2,002)

5.1.8. Situación Actual del Cultivo de la papa en Guatemala

En Guatemala, el cultivo de la papa se realiza en áreas con temperaturas templadas, preferentemente menores de 20°C. En este tipo de clima la papa se desarrolla adecuadamente y se obtiene la mejor productividad, hay poca dificultad con plagas y enfermedades y los tubérculos se desarrollan bien fisiológicamente. Se cuenta con la ventaja que Guatemala posee 17 microclimas que permiten cultivar papa a lo largo de todo el año.

El ciclo del cultivo en Guatemala, oscila entre los 70 – 100 días y las principales variedades sembradas son la Loman, la Tollocan y la Atzimba. La variedad Loman se caracteriza por tener una forma alargada y es de color blanco, mientras que las variedades Tollocan y Atzimba tienen forma redonda y también son de color blanco.

Según diferentes estudios, la calidad de la papa queda definida por su forma y tamaño (uniforme y sin defectos físicos), limpieza (libre de enfermedades y virus) y textura. De acuerdo con un estudio realizado por el ICTA, los principales problemas

que ha presentado el cultivo de papa durante los últimos años son: la enfermedad conocida como pudrición bacteriana; las plagas del suelo; insectos como las chicharritas, la mosca minadora, la polilla y pulgilla de la papa; enfermedades como el tizón tardío y la marchites bacteriana; y afecciones viróticas como el mosaico de la hoja (virus X), el mosaico rugoso (virus Y) y el enrollamiento de la hoja (virus PLRV). Económicamente, la contribución del cultivo de la papa fresca al PIB del país fue de 0.41% durante 1997. Por el lado de las exportaciones, los productos de papa exportables, fresca y procesada, representaron, en 1998, únicamente el 0.37% del total de las exportaciones agrícolas.

A pesar de la poca importancia que las exportaciones de papa tienen, Guatemala se ha posicionado como el principal exportador centroamericano de papa fresca, mintiendo una tendencia creciente cercana al 14% anual durante los últimos 10 años. El cultivo de la papa género, en 1998, aproximadamente 9,400 empleos directos permanentes en el componente de producción agrícola y aunque no se tienen registros del empleo exacto que genera la comercialización y en la transformación industrial. (Rivera, Julio 2,002)

5.1.9. Elementos que determinan la calidad de semilla.

Tamaño

Apariencia.

Sanidad Vegetal. (Libre de toda enfermedad e insectos o animales.)

Dentro de estos elementos se menciona la Sanidad Vegetal, es fácil quizás ver si un tubérculo es bueno en apariencia o en tamaño pero ver la sanidad es cuestión de experiencia y de técnica. Para este estudio se planea el control de nematodos con métodos biológicos, sabiendo que existen pocos estudios hechos a nivel de Guatemala y ninguno a nivel Occidente. Por tanto a continuación presento el marco teórico relacionado a nematodos.

(Guillermo, Mayo 1961)

5.1.10. Nematodos

También conocidos como **nematodos**, **nematodes** y **nematelmintos**. Con más de 25.000 especies registradas y un número estimado mucho mayor, tal vez 500.000, forman el cuarto filo más grande del reino animal por lo que se refiere al número de especies. Se conocen vulgarmente como **gusanos redondos** debido a la forma de su cuerpo en un corte transversal.

Son agentes causales de Enfermedades de transmisión alimentaria y provocan enfermedades como:

la triquinosis, filariasis, anisakiasis, anquilostomiasis, ascariasis, estrogiloidiasis, t oxocariasis, etc. Sin embargo el número de especies que parasitan directamente al hombre y las que parasitan plantas (nemátodos fitoparásitos) son un grupo muy pequeño en comparación al número de especies del filo Nematoda.

Representan 90% de todas las formas de vida en el relieve oceánico. El dominio numérico de nematodas, a menudo con más que un millón de individuos por metro cuadrado, se manifiesta en que 80% de los organismos de los animales en el mundo son de ellas. La diversidad de sus ciclos de vida y su presencia en tantos lugares apuntan que tengan un rol muy importante en muchos ecosistemas. (Danovaro R, 2008)

5.1.11. Nematodos fitoparasitos

Los nematodos son un grupo diverso de organismos, parásitos y de vida libre. Generalmente son encontrados en todo el mundo. (Coyne & Nicol, (2007).)Es difícil o imposible ver a los nematodos en el campo, sus síntomas no suelen ser específicos, y por eso el daño que ocasionan suele ser atribuido a algún otro patógeno. Los nematodos reducen la producción agrícola aproximadamente un 11% a nivel mundial, ocasionando pérdidas de millones de toneladas anuales.

Los nematodos fitoparásitos generalmente tienen una longitud que va de los 300-1000 micrómetros. Las hembras de algunos géneros pierden su forma de gusano o vermiforme al llegar a la etapa adulta, tomando forma de pera, limón, esférica o de riñón.

En algunas especies existe un dimorfismo sexual definido, con hembras y machos bien diferenciados. Los sistemas reproductores están bien desarrollados: los nematodos hembras tienen de uno a dos ovarios y un útero que termina en una vulva; los nematodos machos tienen un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino.

Los nematodos fitoparásitos difieren de los nematodos que se alimentan de bacterias y hongos, por poseer una estructura especializada para alimentarse denominada estilete. Este es usado para inyectar enzimas dentro de las células vegetales y los tejidos, para luego extraer su contenido. (Coyne & Nicol, (2007).)

Estos pueden constituir rápidamente una población a partir de uno o dos nematodos.

- **Síntomas y Daños**

Causados por los Nematodos Producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas de esta última y pudriciones de la raíz cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatógenos. Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje, el marchitamiento excesivo en clima cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos . La mayoría de los daños causados por los nematodos parecen ser ocasionados por una secreción de saliva que el nematodo inyecta a la planta al alimentarse. La rapidez de la alimentación es apreciable en algunas especies. En algunas otras la alimentación es más lenta y pueden permanecer por horas o días en la misma posición; estas especies así como las hembras que se establecen dentro o sobre las raíces, son las que causan mayores daños. La alimentación de los nematodos, provoca que las células reaccionen causando la muerte o el debilitamiento de las yemas y puntas de la raíz, la formación de lesiones y la degradación de los tejidos, hinchamientos y agallas de varias clases, tallos y follaje retorcido y deformado. Estos síntomas pueden deberse tanto a la disolución de los

tejidos como infectados por las enzimas, lo que produce la muerte de células y su desintegración de los tejidos o el alargamiento anormal de las células (hipertrofia), cese de la división celular o la estimulación de ella que se efectúa en una forma controlada, dando como resultado la formación de agallas o de una gran cantidad de raíces laterales en o cerca de los puntos de infección. En algunos casos, son las interacciones bioquímicas entre la planta y el nematodo las que afectan negativamente la fisiología total de las plantas y la función de los nematodos de proporcionar los puntos de entrada para otros patógenos. (Agrios, (2004))

- **Características Morfológicas y Anatómicas**

Su largo oscila entre los 300 a 1,000 μm por 15 a 35 μm de ancho. Tienen generalmente forma de anguila con cuerpos lisos no segmentados, sin apéndices. Algunas hembras se hinchan en la madurez con forma de pera o cuerpos esferoides. Son más o menos transparentes, con una cutícula incolora, que a menudo poseen estrías u otros detalles, esta despliega la muda a través de sus distintas etapas larvarias. Poseen un sistema digestivo que está formado por un tubo hueco que se extiende desde la boca pasando por el esófago hasta el intestino, recto y ano, Por lo regular existen seis labios que rodean la boca. Los nematodos fitoparasíticos poseen un estilete hueco o lanza que utilizan para perforar las células vegetales. El sistema reproductor se ha desarrollado, las hembras poseen uno o dos ovarios seguidos por un oviducto y un útero que termina en la vulva. El macho posee un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino; existe un par de espículas copulatorias que sobresalen. (Agrios, (2004))

- **Ciclo de Vida y Biología**

(Rowe & Evans, 2002) citado por (LEAL, OCTUBRE, 2015) dice que La primera muda del primer estado juvenil ocurre dentro del huevo y se desarrolla al segundo estadio juvenil (J2) el cual es el infectivo (Figura 1). Eclosiona del huevo el J2 y comienza generalmente después de recibir el estímulo de los exudados de raíz a parasitar al huésped. El J2 penetra la raíz cerca al punto de crecimiento, se mueve dentro de la raíz cortando las paredes de células con su estilete y eventualmente

permanece en un lugar para alimentarse de las células cercanas al tejido vascular de raíz. El estilete perfora las células y la saliva de las glándulas del esófago es inyectada. Los componentes de la saliva del nematodo inducen el crecimiento de las células, el rompimiento de las paredes de las células, y la formación de una célula grande llamada sincitium. El crecimiento interno de las paredes celulares facilita la transferencia de alimento nutritivo al parásito. El juvenil permanece en un sitio donde se alimenta y se transforma en sedentario, experimenta tres mudas adicionales antes de alcanzar el estado adulto. Un grado alto de dimorfismo sexual existe. Los machos adultos salen de las raíces y sobreviven por cerca de 10 a 8 días en el suelo. La hembra adulta sedentaria se hincha e incrementa de tamaño, rompiendo la corteza de la raíz, exponiendo el cuerpo al suelo (Figura 2). Atrayentes químicos atraen los males vermiformes hacia las hembras. Los huevos embrionados se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra. La mayoría son retenidos dentro del cuerpo, pero algunos son expulsados a través de la vulva en una matriz gelatinosa. En estos huevos se ha observado una eclosión de los J2, más rápida que los que se retienen dentro de la hembra y a menudo contribuyen a que ocurra una invasión temprana y a tener generaciones adicionales en el mismo ciclo agrícola. La temperatura en el suelo afecta el tiempo de desarrollo como es el caso de *H. glycines*, la que puede completar varias generaciones en un ciclo de cultivo. Cuando los huevos desarrollan, la hembra muere y su pared del cuerpo se engruesa y se taniniza para formar un quiste protector duro. Ocasionalmente, una capa blanca, conocida como la capa subcristalina, puede estar presente cubriendo parcialmente al quiste. Eventualmente los quistes se desprenden del sistema de raíz senescente y llegan a ser liberados en el suelo, o permanecen adheridos a la raíz hasta que los J2 son estimulados para salir del huevo por la acción de los exudados de la raíz del huésped. En la ausencia de un huésped, algunos (o aún la mayoría) de los J2 se mantienen dentro de los quistes y algunos mueren cada año. En algunas especies, sin embargo, los quistes pueden retener los J2 viables hasta por 20 años (Ej. El nematodo de quiste de la papa).

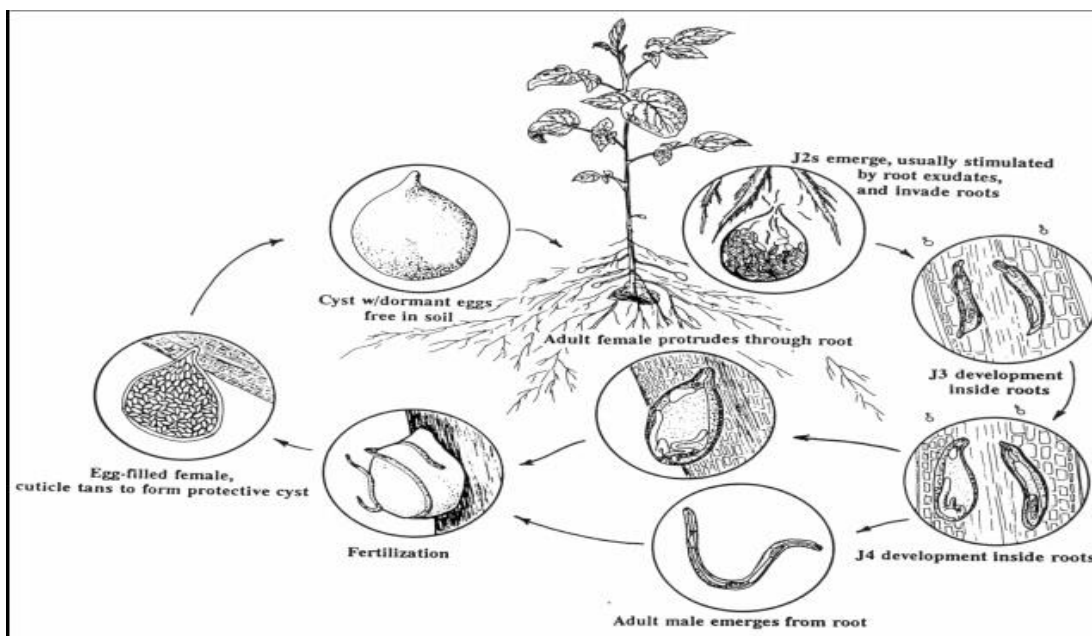


Imagen 2: Ciclo de vida de nematodos (LEAL, OCTUBRE, 2015)



Imagen 3: Hembras blancas y quistes del nematodo enquistador de la papa adheridos a la raíz. (LEAL, OCTUBRE, 2015)

- **Hábitos alimenticios**

Los nematodos parásitos pueden separarse en parásitos aéreos (aquellos que se alimentan de partes aéreas de las plantas) y parásitos de raíces y tubérculos (aquellos que se alimentan de las partes subterráneas de la planta). Se dividen en tres grupos principales por su comportamiento alimenticio y movilidad: endoparásitos migratorios que son nematodos móviles que se alimentan dentro del tejido de las raíces. Los

endoparásitos sedentarios los cuales una vez tienen un sitio de alimentación dentro de la planta, dejan de moverse y se alimentan solamente de una locación. Y los ectoparásitos, que se alimentan desde afuera de la planta (Coyne & Nicol, (2007).)

- **Distribución de los nematodos en el suelo**

Los nematodos para vivir dependen de una serie de condiciones, principalmente de humedad, disponibilidad de alimento y oxígeno.

Al efectuar un perfil del suelo, en el horizonte A, los primeros dos centímetros son sobre todo polvo y por lo general no hay nematodos presentes, mientras que en los siguientes cinco centímetros de suelo, compuesto por materia orgánica, se encuentran la gran mayoría de nematodos saprofitos. En los siguientes 20 centímetros de suelo, es donde se encuentran los nematodos fitoparasíticos, ya sea en la rizósfera de las raíces de las plantas o dentro de las mismas. En el horizonte B, es posible encontrar nematodos, si existen raíces de plantas. (O.V., 1981)

- **Muestreo:**

Uno de los objetivos del muestreo es establecer la importancia de un nematodo como plaga de un cultivo en una zona o región determinada, mediante el conocimiento de su incidencia (presencia o ausencia), su distribución y la severidad de daño (grado de infestación del campo).

(RAMOS, FRANCO, ORTUÑO, OROS, & MAIN, 1998) Citado por el Instituto nacional de investigaciones agropecuarias de Bolivia en el documento “Nematodo del rosario de la raíz y nematodo del nudo de la raíz (meloidogyne incognita): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate de mesa en el valle de chota (2,008), que establece que para realizar el muestreo de nematodos se necesita de una muestra general compuesta por 10 -15 submuestras, de tal modo una ha. Que contiene aproximadamente 23 cuerdas nos deja que por cada cuerda se necesitarían 0.6 muestras. Para este caso y para aumentar la precisión del estudio se realizaran 2

submuestras por cada muestra de cada tratamiento y cada repetición en esta investigación.

- **Toma de Muestra**

- a) Para las sub-muestras, se utilizará un barreno de 0.015 metros de diámetro.
- b) Se tomará una porción de suelo de los primeros 0.20 metros de profundidad equivalente a 1/4 de lb.
- c) El suelo obtenido de cada sub-muestra se depositara en una bolsa plástica.
- d) Las sub-muestras se mezclaran para obtener una muestra completa de 1 lb.
- e) Cada muestreo se realizará en caminamientos en forma de zigzag, para cubrir la mayor parte del terreno.
- f) Se obtendrán 80 submuestras y un total de 16 muestras compuestas comprendidas por 5 submuestras cada una.
- g) La parcela muestreada será georreferenciada con un GPS.

- **Manejo de Muestras**

Cada muestra completa será identificada de la siguiente manera:

- a. Fecha de muestreo
- b. Lugar de colecta
- c. Número de muestra
- d. Coordenadas UTM.

Las muestras se transportaran hacia un lugar donde serán secadas.

Se colocara cada muestra sobre papel periódico en un lugar cubierto y ventilado, por 10 días.

Una vez seca las muestras, se trasladaran hacia el laboratorio del Centro Universitario de San Marcos (CUSAM) de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con orientación en Agricultura Sostenible (IAO) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

- **Incidencia**

De acuerdo con la incidencia de una enfermedad describe la proporción de individuos infectados dentro de una población de hospederos, mientras que la severidad de la enfermedad describe la proporción de tejido del hospedero que muestra síntomas.

Para poder evaluar este tipo de severidad y daño, algunos autores sugieren hacerlo por el número de agallas en el sistema radical de las plantas de para, en época de floración o en un bioensayo. (Instituto nacional de investigación) Otros consideran el número de nematodos en 100 g de suelo y estiman las pérdidas de rendimiento al relacionar el rendimiento con la densidad de la población del nematodo, bajo condiciones de campo e invernadero. Instituto nacional de investigación.

(MANZANILLA-LOPEZ, y otros, 2002)

Para estimar las pérdidas esperadas de producción en papa y con el fin de obviar las variaciones de criterios en la evaluación de severidad de daño de nematodos. En el cultivo de para en Bolivia: pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, IBTA/PROIMPA, 1998. 201p), desarrollan una escala de 5 grados (0 a 4) que permite determinar la infestación de los suelos considerando el número de individuos de nematodos en 100 gramos de suelo. La escala que utilizaron fue la que se presenta a continuación. (RAMOS, FRANCO, ORTUÑO, OROS, & MAIN, 1998)

Grado	No. Individuos/100 g de suelo	% de infestación del suelo	Calificación
0	0	0	Libre
1	1-15	25	Bajo
2	16-30	50	Moderado
3	31-70	75	Alto
4	> 70	100	Muy Alto

Cuadro 1: parámetros de infestación. Fuente: (RAMOS, FRANCO, ORTUÑO, OROS, & MAIN, 1998)

5.1.12. Nematodos reportados en Guatemala

a) Nematodos Formadores de Quistes.

- **Taxonomía**

Reino: Animalia.

Filo: Nematoda.

Clase: Secernentea.

Orden: Tylenchida.

Familia: Heteroderidae.

Género: *Globodera*.

Especie: , *Globodera rostochiensis*. *Globodera pallida*..

(System, (2013))

- **Familia Heteroderidae**

Hembras: Las hembras maduras son globosas e esféricas, sub-esféricas o en forma de limón, debido a que el enorme desarrollo de los ovarios y a la producción y alojamiento de los huevos dentro de la cavidad del cuerpo. En algunos géneros, juveniles del segundo estado se forman dentro de los huevos dentro del cuerpo de las hembras y en otros se forma un saco de huevos fuera del cuerpo. La cutícula de las hembras maduras en los géneros que no forman quistes puede ser anillada, y en los géneros que si forman quiste la anulación es restringida a la región de la cabeza. El estilete y el esófago están bien desarrollados, con prominente bulbo medio, el que se encuentra en la región del cuello. El poro excretor se localiza en la base del cuello. La vulva en la mayoría de los géneros de la familia *Heteroderidae* se localiza en la parte terminal del cuerpo (con excepción de *Meloidodera*). La abertura de la vulva es una hendidura localizada transversalmente.

Los quistes se forman por la tanisación de la cutícula de la hembra y se mantiene la misma forma del cuerpo. La superficie del quiste está cubierta por un patrón de líneas, derivados de la cutícula de la hembra. La delgada cutícula alrededor de la vulva

puede ser perdida, formándose una ventana que se conoce como fenestra. La fenestración presente o ausente y su forma es utilizada en la diagnosis de los géneros (Rowe & Evans, 2002).

Los géneros más importantes son: *Afenestrata*, *Dolichodera*, *Globodera*, *Cactodera*, *Punctodera* y *Heterodera*. (Rowe & Evans, 2002)

- **Nematodos del quiste de la papa más representativos, *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens y *G. Pallida* (Stone) Behrens**

Los nematodos del quiste de la papa son considerados como la plaga más importante de este cultivo, en las áreas de clima frío y templado citado por (LEAL, OCTUBRE, 2015) basado en (Jensen, Armstrong, & Jatala, 1979.). Setenta especies de nematodos han sido señaladas en el cultivo de la papa. Sin embargo, los formadores de quistes, ***Globodera rostochiensis*** (Wollenweber) Behrens y ***G. pallida*** (Stone) Behrens, son considerados los más dañinos y afectan el rendimiento de este cultivo en la mayoría de las zonas paperas del mundo (Greco, 1993.) . Debido a la coloración amarilla de las hembras, ***G. rostochiensis*** es conocido también como el nematodo dorado de la papa.

Se considera que estos nematodos son originarios de los países andinos, especialmente Perú y Bolivia. Sin embargo, estudios recientes de ADN ribosomal, hacen pensar que el centro de origen sea más bien México (Ferris, Miller, Faghihi, & Ferris, 1995.). Es importante señalar, que ***Heterodera (Globodera) rostochiensis*** Wollenweber, fue detectado por primera vez en Alemania en el año 1881 y descrito en 1923 por Wollenweber, a partir de una población colectada en Rostok. En 1973, Stone, observó la existencia de poblaciones del nematodo cuyas hembras no presentaban la coloración amarilla y, basándose en características morfométricas de los estados juveniles y la cromogénesis de las hembras, describió a estas poblaciones como ***Heterodera (=Globodera) pallida***, nueva especie de nematodo quiste de la papa (Stone, 1973.). Posteriormente, los nematodos formadores de quistes fueron agrupados en seis géneros incluyendo en el género ***Globodera***, a las especies con quistes esféricos como eran ***H. rostochiensis*** y ***H. pallida***. Desde Alemania el

nematodo se dispersó a los otros países europeos y a otros continentes, incluyendo América Latina, probablemente con el comercio de tubérculos de papa para semilla.

- **Identificación**

Aun cuando la coloración amarilla de las hembras indica claramente la presencia de **G. rostochiensis**, la ausencia de hembras con esta coloración en las raíces no garantiza que se trate de **G. pallida**, a menos que se observe el desarrollo del nematodo a lo largo de su ciclo biológico.

La preparación de los cortes perineales de los quistes, colectados en las raíces de la planta de papa, y el conteo de las estrías cuticulares presentes entre el ano y la vulva, constituyen una manera simple de diferenciar las dos especies. (LEAL, OCTUBRE, 2015)

Característica	<i>G. rostochiensis</i>	<i>G pallida</i>
Hembra		
Largo del estilete (•m)	22,9	27,4
Diámetro zona vulvar (•m)	22,4	24,8
Largo vulva (•m)	9,2	11,5
Número de estrías entre el ano y la vulva	21,6	12,5
Coloración	Amarillo	Crema
Quiste		
Diámetro fenestra (•m)	18,8	24,5
Distancia ano-fenestra (•m)	66,5	49,9
Relación Granek's ¹	3,6	2,1

Cuadro 2: características de *G. rostochiensis*, *G pallida* Fuente de cuadro: (Cartaya, 2008.)

- **Biología**

G. rostochiensis y *G. pallida* son nematodos endoparásitos sedentarios, que permanecen normalmente en el suelo por 5-6 años y a veces hasta por 20. Cada quiste joven contiene 200-500 huevos. Después de la siembra, las raíces de la planta huésped, papa en este caso, producen exudados que estimulan la eclosión de los huevos, de los cuales emergen los juveniles de segundo estado. Estos miden entre

470 y 500 μm de largo y entre 18 y 19 μm de ancho. Al salir del huevo, siendo el único estado infectivo, migra hacia el ápice radical por donde penetra.

Después de recorrer algunos milímetros de la raíz, el juvenil se detiene y continúa su desarrollo como sedentario, pasando por tres estados juveniles (segundo, tercero y cuarto) antes de lograr el estado adulto (Stone, 1973.)

En la familia Heteroderidae, a la cual pertenece el género Globodera, existe un dimorfismo sexual muy marcado. Mientras el segundo estado juvenil es móvil y vermiforme, el tercero y cuarto estado juvenil, así como las hembras adultas, son inmóviles y abultados. Las hembras son esféricas y miden 500-600 μm diámetro (Figura 4A). El tamaño es afectado por el huésped y por el nivel poblacional del nematodo, siendo más pequeñas cuando la población es elevada o el huésped se encuentra fuertemente dañado. El macho adulto es móvil y vermiforme y mide aproximadamente 1200 μm de largo y 28 μm de ancho; sin embargo, a veces se encuentran ejemplares que miden un poco más de la mitad del largo normal (Stone, 1973.)

La hembra posee un aparato reproductivo muy desarrollado y después de ser fecundada produce gran cantidad de huevos (hasta 500) que retiene en el interior del cuerpo. Cada huevo mide aproximadamente 40 x 80 μm . En *G. rostochiensis* la hembra adulta adquiere una coloración amarillenta, luego se transforma en quiste. En comparación con la hembra madura, el quiste tiene una cutícula más gruesa y de color castaño oscuro. (Stone, 1973.)

- **Antecedentes en Guatemala**

Aunque en Guatemala se asegura que no existen nemátodos como plaga, varios expertos han dicho que en Guatemala si se encuentra esto como tal, Noel Amador, coordinador fitosanitario del MAGFOR en Managua aseguró que las características de papa que fueron decomisadas en una inspección en 2,010 pertenecen a una variedad cultivada en nuestro país que contenía en cantidades alarmantes e incluso hasta contenía el nematodo dorado y que no está autorizada la importación de papa de Guatemala. (Infoagro, 2010)

Según (Cartaya, 2008.) La diseminación del nematodo *rostochiensis* y *pallida* es la siguiente:

<i>País</i>	<i>Distribución geográfica</i>		<i>Fuente</i>
	<i>G. rostochiensis</i>	<i>G. pallida</i>	
Argentina		Dep. de Iruya, Prov. Salta	Lax y col, 2005
Bolivia	Tarija y La Paz	Chuquisca, La Paz y Cochabamba	Franco y col, 1999
Canadá	Newfouland, British Columbia	Newfouland, British Columbia	NAPPO, 2006
Chile	Comuna de La Ligua, V Región	Comuna de La Ligua, V Región y provincias del Fuego y de Magallanes, XII Región	Gob Chile, 2005
Colombia		Dptos de Nariño y Cauca	Guerrero, 2004
Costa Rica	Cartago	Cartago y Pastora, Volcán Irazú	Ramírez y Bianchini, citados por Ramírez (1979) y Coto (2005)
Ecuador		En casi toda la región andina	Pumisacho y Sherwood, 2002
El Salvador	Chalatenango		Barrera, 2005
Estados Unidos	New York	Idaho	NAPPO, 2006
Guatemala		Municipios Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango Totonicoapan y Palencia	García, 1980 y Blanco, 2004
México	Varias regiones		Nuñez, 2002
Panamá	Volcán y Cerro Punta		Tarté, citado por Ramírez, 1979
Perú	Lago Titicaca	Zona andina	Gonzalez y Franco, 1997

Cuadro 3: Diseminación del nematodo *rostochiensis* y *pallida*
Fuente: (Cartaya, 2008.)

Esto nos ubica en la décima posición como país, argumentando en su documento “el nematodo quiste de la papa: “origen, diseminación, biología e importancia económica” que se encuentra en las zonas de Quetzaltenango y Totonicapán departamentos que se encuentra muy cercanos a nuestro departamento (Cartaya, 2008.) y por información recibida de agricultores en la zona en el presente año (2016), existe la posibilidad que dentro de los nematodos a controlar también se incluya el nematodo dorado, pues ellos argumentan que traen semillas de esas zonas descritas infectadas con estos nematodos.

En Guatemala, se han identificado las siguientes especies de *Meloidogynespp.*:
- *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood 1949.

- *M. exigua* Goeldi, 1892.
- *M. javanica*(Treub, 1885) Chitwood 1949.
- *M. paranensis*Carneiro *et al.*
- *M. mayaguensis*Rammah&Hirschmann, 1988.
- *M. hapla*Chitwood, 1949 . (System, (2013))

En relación al nivel de daño, no se han realizados estudios sobre la incidencia, severidad y tampoco sobre la distribución de las especies de *Meloidogynespp.* Para Guatemala (Anexo 1).

5.1.13. Concepto de nematodos y controladores biológicos

Los nematodos son los organismos pluricelulares más numerosos en los agroecosistemas; se conocen unas 20 000 especies y se pueden encontrar en densidades de hasta 30 millones por metro cuadrado. Se encuentran como organismos de vida libre y se alimentan de hongos, bacterias, protozoarios u otros nematodos, o como parásitos de plantas y animales; además, forman parte importante de las cadenas tróficas del suelo. Por otra parte, los conocimientos sobre organismos antagonicos de nematodos fitoparásitos son casi tan viejos como los que se tienen sobre la importancia económica de estos en la producción agrícola; es decir, los nematodos fitoparásitos tienen “enemigos” muy eficaces que limitan sus niveles poblacionales, además, se tiene el conocimiento de la existencia de una microflora y microfauna en el suelo cuyas especies son antagonistas o reguladoras de las actividades de los fitonematodos. A escala mundial, existe una gran abundancia de antecedentes que permiten aseverar que los nematodos son atacados por numerosos y variados organismos del suelo, pero la acción de ellos aún es poco conocida (Jiménez, 1979.) Los agentes biocontroladores como los organismos que interactúan con los nematodos fitoparásitos en el suelo deben tener algunas características básicas:

- No deben ser patógenos de plantas, hombres o animales.
- Capaz de reducir o suprimir eficientemente las poblaciones de nematodos por debajo del nivel crítico.

- capacidad de adaptación a diferentes ambientes del suelo (textura, grado de humedad, composición química y materia orgánica).
- Buena habilidad competitiva.
- Alto potencial de reproducción para obtener una población alta, capacidad de sobrevivir en épocas difíciles.

El concepto de combate biológico es definido como el combate de enfermedades mediante el uso de organismos; el uso de sustancias naturales caen dentro de la categoría o clasificación de combate químico. Esta revisión de literatura “combina” ambos conceptos dentro del uso de los nematicidas biológicos; asimismo, se hace mención de algunas experiencias a escala mundial con sustancias naturales y microorganismos en el combate de los nematodos fitoparásitos. (Jiménez, 1979.)

5.1.14. Métodos de muestreo de nematodos

Una vez observados los síntomas que indican una posible o probable infestación con nematodos, el siguiente paso es tomar muestras del suelo alrededor de las raíces de las mismas. Estas se llevan a analizar al laboratorio, para determinar que nematodos se encuentran presentes, y de ser posible, determinar también sus densidades poblacionales (Coyne *et al.*, 2007).

Las herramientas a utilizar para el muestreo son: pala de mano, bolsas de plástico, cubeta, etiquetas y GPS. Se debe de tomar un número suficiente de muestras para asegurarse de que son representativas de la situación del campo (Coyne & Nicol, (2007).)

Los nematodos raramente están distribuidos de forma uniforme, por lo tanto las muestras deben tomarse de varias zonas. Se debe seguir siempre el mismo procedimiento y modelo en la recolección de muestras durante los muestreos y experimentos para que las comparaciones entre parcelas tengan significado (Coyne & Nicol, (2007).)

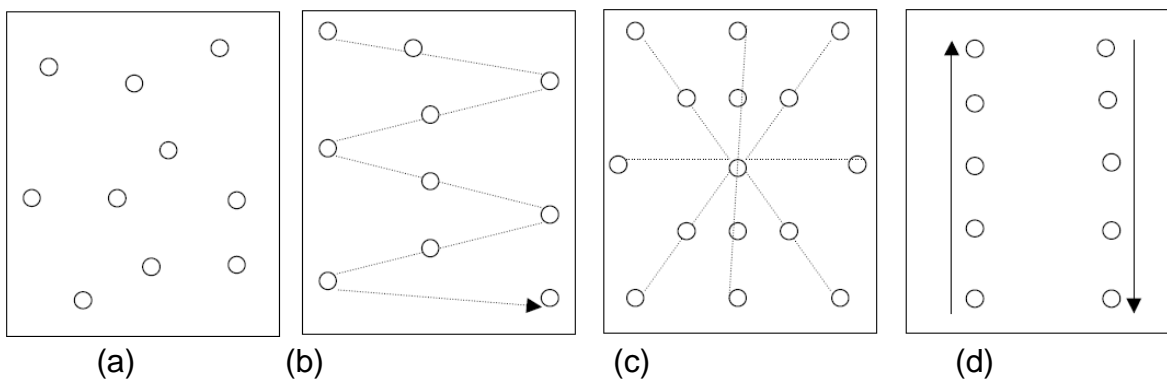


Imagen 4: Patrones de muestreo para nematodos. (a) Muestreo al azar; (b-d) Muestreo sistemático. Fuente: (Coyne & Nicol, (2007).)

El procedimiento de muestreo puede ser al azar o sistemático. El muestreo al azar no se adecua a la distribución natural del nematodo en manchas o parches y solo es representativo si el área de muestreo es pequeña. El muestreo sistemático representa un modo más estructurado de tomar muestras ya que considera la naturaleza del campo y la distribución del nematodo (Coyne & Nicol, (2007).)

5.1.15. Extracción de nematodos

- **Método tamizado-centrifugado con flotación en acetona (Embudo Fenwick)**

El método tiene como ventajas la buena extracción de todo tipo de nematodos, es recomendado para los nematodos de gran tamaño y aquellos de movimiento lento; además para extraer nematodos de suelo mojado y útil para extraer quistes del suelo. Las desventajas son que los nematodos pueden posarse con las partículas del suelo, si el suelo no está bien disperso, los nematodos se dañan con facilidad y requiere un equipo más especializado (Coyne *et al.*, 2007).

- **Extracción de nematodos**

Para la realización de este estudio se utilizará la técnica de flotación de quistes, por el método de FENWICK modificado con flotación en acetona (Fenwick & Oostenbrink, 1971).

- **Procedimiento para la extracción de quistes**

- a) Se introducirá un embudo con su parte tubular lo más larga posible, dentro de 1 un recipiente de 9 litros de capacidad con adaptación de un drenaje de fluidos, para formar el sistema embudo matraz (E.M.).
- b) Se colocaran 300 cc de la muestra dentro de un tamiz de 20 mesh y se acoplará al sistema E.M.
- c) Se hará pasar una corriente de agua a presión para el arrastre del suelo hasta el fondo del recipiente. En el fondo se acumulará el suelo y por la parte del drenaje saldrá por su menor densidad materia orgánica del suelo y los quistes que se recolectaran dentro de un tamiz de 65 mesh.
- d) Haciendo uso de una pizeta se trasladará la materia orgánica y los quistes a un papel filtro (de percolador) debidamente identificado, dentro de lo colectado se encontrarán partículas de suelo, arcillas, materia orgánica, insectos y quistes.
- e) Se secará lo filtrado a temperatura ambiente, y todo el material que este dentro del papel filtro se verterá en un earlenmeyer de boca angosta.
- f) Se agregará acetona, hasta la mitad del earlenmeyer, se agitará fuertemente, se llenara con acetona hasta la orilla de la boca del recipiente.
- g) Se dejará reposar por un tiempo de 30 segundos.
- h) Los quistes flotaron en la orilla del earlenmeyer y se colectaran con un pincel paraluego ser colocados dentro de una caja de petri con agua.
- i) Se observaran con estereoscopio y se separaron los quistes de la materia orgánica que se encontraban en la muestra. (SALAZAR, 2005)

- **Conteo de Quistes.**

Se contarán todos los quistes para obtener el valor de población correspondiente a los nematodos, esto se usará como un parámetro comparativo con el siguiente muestreo.

E.M: Embudo tipo matraz.

- **Confirmación**

Para propósitos cuarentenarios, los quistes pueden ser detectados extrayendo suelo mediante prospecciones sistemáticas con alguno de los sistemas de muestreo descritos anteriormente y por métodos de laboratorio. Los más sencillos y comunes de utilizar son los métodos de flotación, como el embudo de Fenwick y el de la botella; este último, puede ser utilizado en forma simple para pequeñas cantidades de suelo, provenientes de material de importación de plantas tales como bulbos, tubérculos, material de propagación enraizado, etcétera (Coyne & Nicol, (2007).)

Para poder determinar si el número de nematodos es aceptado, tomaremos el método usado por el Centro Internacional de la Papa en 1990, tomando cada una de las hembras encontradas y manteniendo un margen de 20 quistes/100 gr de suelo que ya se toma como infestación para poder ejercer métodos de control. a (Coyne & Nicol, (2007).)

5.1.16. Control Biológico

De acuerdo con Tejada (Bach, 1977) , el control biológico cuando funciona posee muchas ventajas entre las que se pueden destacar:

- A. Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos incluido el hombre.
- B. La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- C. El control biológico con frecuencia es a largo término pero permanente.
- D. El tratamiento con insecticidas es eliminado de forma sustancial.
- E. La relación costo/beneficio es muy favorable.
- F. Evita plagas secundarias.
- G. No existen problemas con intoxicaciones.
- H. No contamina el medio ambiente.

Entre las limitaciones que tiene el control biológico se pueden citar:

- I. Ignorancia sobre los principios del método.
- J. Falta de apoyo económico.
- K. Falta de personal especializado.

- L. No está disponible en la gran mayoría de los casos.
- M. Problemas con umbrales económicos bajos
- N. Enemigos naturales más susceptibles a los plaguicidas que las plagas.
- O. Los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual no proveen una supresión inmediata.

De acuerdo con (Bach, 1977) , el beneficio del control biológico se puede valorar en términos de éxitos o fracasos. Un éxito completo se obtiene cuando se utiliza el control biológico contra una plaga importante y sobre un área extensa a tal grado que las aplicaciones de insecticidas se vuelven raras.

5.1.17. Plantas con propiedades nematocidas (Control biológico)

La forma en que actúan las sustancias contenidas en las plantas sobre los agentes patógenos y los parásitos es muy variada. La mayoría de plantas utilizadas contienen aceites esenciales que son ligeramente volátiles y que despiden fuertes aromas típicos llamadas sustancias alelopáticas (Cabrera Linares, 1993.)

La población de nematodos que habitan en el suelo disminuye considerablemente al utilizar cultivos trampa en un programa de rotación de cultivos. Por ejemplo, las plantas del género *Crotalaria* atrapan las larvas del nematodo *Meloidogynesp.* Que ocasiona el nudo de las raíces.

Algunos tipos de plantas, como es el caso del espárrago y la flor de muerto, son antagónicos a los nematodos ya que liberan ciertas sustancias en el suelo que son tóxicas para varios nematodos fitoparásitos y cuando se intercalan con cultivos susceptibles a estos patógenos, reducen el número de nematodos del suelo y de las raíces de las plantas de esos cultivos (Agris, (2004))

a) *Tagetes tenuifolia*

Nombre común: flor de muerto, *tagetes tenuifolia* se distribuye desde los 300-2700 m.s.n.m. Distribución geográfica en los departamentos de Alta Verapaz; Baja Verapaz; Chiquimula; Jalapa; Jutiapa; Santa Rosa, Escuintla; Guatemala; Sacatepéquez;

Chimaltenango; Sololá; El Quiché; Huehuetenango; Quetzaltenango; San Marcos; México; El Salvador; Honduras; Nicaragua; Costa Rica y posiblemente en Suramérica.

- **Descripción botánica:** Hierba anual delgada, recta, glabra, comúnmente de 30-75 cms. de alto ramificada en el extremo superior; hojas opuestas y las apicales alternas, pinnadas, foliolos de 13-23, foliolo de forma lineal a lineal-lanceolada, 1-2 cms. de largo, serradas, a menudo agudas, con una fila de glándulas aceitosas en cada lado; cabezuelas de pocas a usualmente numerosas, cymosas, largamente ; involucro tubular-campánula do, 11-22 mm de largo, 4-6 mm.de ancho; filarios alrededor de 5, con ápices triangulares y agudos, usualmente con glándulas elongadas; flores del radio de 4-8 mm. Organismos que controla (OC): nematodos, pero no se conoce su ingrediente activo (Caceres, 1996.)

b) *Crotalarialongirostrata*

Nombres comunes: Chipilin, Tcap-in y chop.

Distribución: Abundante en bosques de pino o encino, o comúnmente plantadas en campos y jardines, a una altitud de 2,300 m.s.n.m. en los departamentos de Petén, Alta Verapaz, Chimaltenango, Solola, Santa Rosa, Escuintla, Sacatepequez, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Suchitepéquez, Retalhúleo, Quetzaltenango, Huehuetenango.

- **Descripción de la planta:** Planta esencialmente anual a menudo de un metro de alto o más; tallos delgados, erectos, algunas veces muy ramificados, estrigosos o glabros, frecuentemente de color rojo oscuro; estípulas muy pequeñas o ausentes; hojas largamente pecioladas, 3 folíolos oblongos, abovados o elípticos, de 1 a 3 cms. de largo, redondeados en el ápice, glabros en el haz, pálidos, estrigosos o seríceos en el envés; racimos terminales, usualmente largos y con muchas flores; cáliz de 5 mm de largo, estrigoso, bilabiado, los lóbulos principalmente más cortos que el tubo; corola amarilla brillante de casi 1.5 cms. De largo, el estandarte glabro o con pubescencia corta apresa a lo largo de la costa, el ápice del estandarte largo y angosto, doblado en un ángulo recto; vaina de 2 cms. de largo y 7-8 mm. de ancho, densamente estrigoso (Morton, 1994.) (Stanley & Steryermark, 1946.)

Importancia: Está es la especie de *Crotalaria* más usada en la alimentación. Las hojas jóvenes son cocidas y consumidas como los de las espinacas y otras hierbas comestibles. Grandes cantidades de las plantas preparadas en pequeños manojos

(ramas jóvenes), se venden en los mercados. Muchas crecen espontáneamente en jardines y maizales, otras han sido cultivadas al igual que otras hortalizas.

- **Composición Química:** El análisis proximal de 100 g de semillas de *C. longirostrata* contiene:

proteína(33.9 g) y grasa (3.4 g), 100 g de hoja fresca contiene: 56 calorías, agua (81.6 g), proteína (7.0 g), grasa (0.8 g), carbohidratos totales (9.1 g), fibra (2.0 g), ceniza (1.5 g), calcio (287 mg), fósforo (72 mg), hierro (4.7 mg), caroteno (6,130 ug), tiamina (1.33 mg), riboflavina (0.49 mg), niacina (2 mg) y ácido ascórbico (100 mg) (17); en otro trabajo dan valores similares, que incluyen además una fracción extraíble con éter 0.93% y que consideran que los valores de minerales y vitaminas como de alto valor nutritivo (Morton, 1994.)

Toxicología: Las semillas de *C. longirostrata* contienen un alcaloide tóxico que no es el carcinógeno hepático monocrotalina presente en 20% de las especies del género, las hojas crudas son eméticas y purgantes.

5.1.18. Trichoderma (control biológico)

El género *Trichoderma* fue descrito por Persoon en 1794. Posteriormente, Rifai hizo el primer agrupamiento en especies agregadas que se utiliza hasta el presente, a pesar de las dificultades que se presentan para la identificación de especies por este método, debido a la cercanía morfológica y la evolución de las mismas. Son hongos saprofitos del suelo y la madera, de crecimiento muy rápido. Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas por todas las latitudes, y se presentan naturalmente en diferentes ambientes, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

La acción de *Trichoderma* como micoparásito natural se demostró por Weindling en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales. No obstante, la información sobre su empleo en la producción agrícola es insuficiente y dispersa.

La capacidad de producir diversos metabolitos y de adaptación a diversas condiciones ambientales y sustratos, confiere a *Trichoderma* la posibilidad de ser utilizado en la industria biotecnológica.

El estudio de modos de acción en el proceso de selección de los aislamientos de *Trichoderma* como controlador biológico de determinada plaga, aún no se aborda profundamente como elemento clave en el manejo de la misma. Aspecto que repercute en la eficacia y perdurabilidad de los aislamientos seleccionados en los sistemas productivos.

El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis crítico de los principales aspectos teóricos y prácticos sobre el género *Trichoderma* que permita a los lectores disponer de información importante, y que se encuentra dispersa en diferentes fuentes, para la selección y uso de este controlador biológico. (*Trichoderma.*, 2005)

- **Trichoderma atroviride**

Es el enemigo natural de diversos patógenos, entre ellas los que pertenecen a los géneros *Rhizoctoniasolani*, *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizopus* entre otros; además ayuda a reducir la incidencia de nematodos, este hongo puede producir diferentes antibióticos volátiles y no volátiles, es capaz de parasitar, controlar y destruir los fitonematodos. *Trichodermaspp* es un biorregulador efectivo contra nematodos del género *Meloidogyne* y *Globodhera* por medio de sus toxinas e hifas.

- **Modo de acción**

El hongo *Trichoderma* actúa por medio de la competencia por sustrato, la producción de sustancias fungo-tóxicas, la inducción de resistencia por medio de fitoalexinas, y el micoparasitismo.

A. Competición. Compite por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas.

B. Antibiosis. Produce una gran cantidad de antibióticos que son fungo-tóxicos.

C. Inducción a resistencia. Al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos patógenos.

D. Mycoparasitismo. Trichoderma es capaz de parasitar micelios de hongos E. Simbiótico. Ayuda a la proliferación de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno, con lo que la planta requiere hasta un 20% menos de nutrientes químicos. (país, 2,015)

5.2. MARCO REFERENCIAL

5.2.1. Ubicación geográfica:

El caserío se encuentra localizado en la parte sur de la cabecera municipal, a una altitud de 2,350 metros sobre el nivel del mar, a una latitud, de 14° 56' 53" y su longitud es de 91° 43' 46". Dista de la cabecera municipal a 2.3 kilómetros a 12.3 kilómetros de la cabecera departamental a 241.3 Kilómetros de la capital de la república en carretera interamericana. El caserío Vista Hermosa tiene una extensión superficial de 3 kilómetros.

5.2.2. Clima:

El clima es frío, de tierras húmedas en la mayoría de sus comunidades, a excepción de aldea las Barrancas, con características de un clima templado, las biotemperaturas van de 15 a 25 grados centígrados.

5.2.3. Vías de acceso:

Para llegar al centro de la comunidad existe una carretera principal de terracería la que inicia en una curva muy pronunciada denominada el GANCHO que se encuentra localizada aproximadamente de la entrada de la cabecera municipal a una distancia de 1 kilómetro en carretera interamericana. Esta carretera de terracería tiene una longitud de 1.325 metros de la entrada hasta el centro de la comunidad, esta al mismo tiempo conduce a la aldea San Isidro Ixcolochil, las Barrancas y parte de la zona costera. También existe otra vía de acceso atravesando el municipio de San Antonio en una carretera de terracería en no muy buenas condiciones es la más transitable para las personas a pie, esta tiene una longitud de 1.600 metros ya que converge con la vía de acceso la principal en el caserío. Además dentro del caserío existen veredas y caminos de herradura que comunican al caserío con otras comunidades aledañas

5.2.4. Agua:

Pertenece a la cuenca del río Narango, por la topografía de sus terrenos se forman diferentes micro cuencas, los ríos del lugar son los siguientes: Chichicaste, Bolol, Escondido, Canchegúa, El suj, San Ramón, Tacaná, Guativil, Santo Domingo, Nahuala, Las provincias, La parroquia, Agua Tibia, Piedra Blanca, Espunpujá, Tres Chorros, Riachuelos y Ciénaga.

5.2.5. Bosque

Anteriormente los cinco astilleros eran propiedad municipal no se disponía de guardabosques ni se contemplaban aspectos económicos para su manejo. Actualmente se cuenta con una oficina forestal que promueve la reforestación.

5.2.6. Tenencia de suelos

Los pobladores del Municipio son propietarios de las tierras y de las viviendas donde habitan en un 75%, se hace constar mediante documentos elaborados en la Municipalidad y razonados ante abogados.

5.2.7. Usos del suelo

El acceso y uso del suelo según el IV Censo Nacional Agropecuario del Instituto de Estadística –INE- 2003 es el siguiente: una superficie de 1,53619 Manzanas; de las que se utilizan 1,377.30 para cultivos anuales o temporales; 4.63 para cultivos permanentes y semipermanentes: 28.56 con pastos; 104.35 con bosque y 21.35 manzanas para otras actividades productivas. (Méndez, 2010).

5.2.8. Población.

Al comparar los censos de 1994, 2002 y la proyección para el año 2009 la población ha aumentado con una tasa de crecimiento intercesal promedio de 3.3 % anual, y la población estimada para el año 2009 es de 18.387 habitantes. Para el año 2013 se asume que es un total de población de: 24,455 habitantes.

5.2.9. Diversificación de cultivos

El cultivo de maíz, frijol y haba es principalmente en asocio, además se cultivan hortalizas en monocultivo, como la zanahoria, lechuga y papa como cultivo principal y de mayor generación de ingresos y mano de obra de la misma comunidad, además de algunos árboles frutales dispersos en los terrenos de aguacate Hass y Azteca, matazano, higo y durazno.

El cultivo de la papa produce un aproximado de 25 qq/cuerda y se realiza la siembra en el mes de abril, realizando la cosecha 3 meses después; esto se realiza bajo condiciones de riego. Durante el año se producen 3 siembras en los meses de febrero, mayo y agosto.

5.2.10. Actividades generadoras de ingreso

Porcentaje de participación en las actividades generadoras de ingreso. Según el diagnóstico del 2,010 y actualizado en su fecha más reciente 2,014 La comunidad trabaja con cultivos principales dentro de la producción de hortalizas, los cuales son: zanahoria, lechuga y papa, de las tres la que más genera ingresos es la papa.

ACTIVIDADES	%
Producción de hortalizas (producción, venta y contratación de mano de obra no calificada)	64
Venta de chivos o temeros (ganado mayor),	11
Venta de frutas,	6
Venta de gallinas y huevos,	8
Producción y venta de granos y	9
Elaboración y venta de tejidos.	2

Cuadro 4: Actividades generadoras de ingresos económicos (Méndez, 2010)

5.2.11. Población Económica Activa. (PEA)

La PEA como lo determina el censo del año 2002 representaba el 23% de la población total y el censo de 1994 representaba el 26% de la totalidad de la población. (Méndez, 2010).

6. OBJETIVOS

6.1. GENERAL.

Evaluar y comparar los efectos de tres productos biológicos para controlar nematodos en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*) variedad loman, en caserío Vista Hermosa aldea San Isidro Ixcolochil, san Antonio Sacatepéquez del departamento de san marcos.

6.2. ESPECÍFICOS.

- Determinar el producto de origen biológico que ejerza un mejor control sobre la población de nematodos, para la producción de semilla libre de estos organismos.
- Determinar el producto de origen biológico económicamente rentable, haciendo uso de presupuestos parciales.
- Identificar el producto de origen biológico que genere mejores rendimientos, usando para ello los componentes como medio de evaluación.

7. HIPÓTESIS

Ha1. Al menos uno de los productos biológicos tendrá efecto sobre el número de individuos en la población de en el cultivo de papa.

Ha2. Al menos uno de los productos biológicos presentará incidencia en el rendimiento de papa comparado con los demás productos.

Ha3. Al menos uno de los productos biológicos será más rentable que sus comparativos.

Ha4. Ningún producto biológico presentará incidencia sobre la población de individuos, rendimiento y/o rentabilidad.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. RECURSOS:

Recursos Humanos:

- Estudiante – Tesista del Centro Universitario de San Marcos.
- Asesor Principal ICTA: Ing. Agr. Guillermo Arturo Chávez Arrollo.
- Asesor principal CUSAM: Ing. Agr. Nehemías Juan Rivera.

Recursos Físicos:

- Área de terreno en Vista Hermosa, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.
- Semilla de papa variedad Loman.
- Materia prima de sustancias orgánicas a utilizar en tratamientos.
- Equipo y herramienta de campo.
- Equipo de Oficina.
- Equipo de laboratorio.
- Reactivos.
- Libro de campo.
- Medio de transporte
- Cámara fotográfica.

Recursos Institucionales

- Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC / CUSAM.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA.

Recursos Financieros:

- Estudiante tesista del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

8.2. METODOS.

- **Método científico:**

Es el que permite distinguir los conocimientos científicos de otros conocimientos, haciendo una serie de enunciados con el fin de confirmar una teoría. Desarrollándose con la observación de algún fenómeno, luego, la postulación de hipótesis y su comprobación mediante la experimentación. Todas las ideas, hipótesis y teorías; todo el conocimiento está sujeto a revisión, estudio y a modificación.

- **Método experimental:**

Consiste en ejecutar el enunciado propuesto denominado hipótesis, mediante una experimentación para su aceptación o descarte según resultados.

- **Método de la medición:**

Es aquel que nos permite observar las diferencias entre diversos tratamientos o métodos en evaluación generando análisis y discusiones respecto a tales diferencias.

- **Observación:**

Es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad.

- **Análisis de Varianza:**

Se efectuará un ANDEVA para la variable rendimiento y la variable sanidad en los tratamientos definidos.

- **Análisis económico:**

Se determinarán los costos de producción por tratamiento y se empleará un análisis económico de presupuestos parciales. Este tipo de análisis permitirá obtener el tratamiento económicamente más rentable para ser usado por los productores de papa en la región.

8.3. METODOLOGÍA:

Esta investigación se desarrollará en 3 fases las cuales se describen a continuación

8.3.1. PRIMERA FASE

8.3.1.1. Elección de área:

Se seleccionó una zona productora de papa dentro del departamento de San Marcos que tuviera antecedentes de daño por nematodos, cabe mencionar que estos antecedentes fueron proporcionados por agricultores de la zona, delimitando al municipio de San Antonio y aún más específico la comunidad de Vista Hermosa, con el fin de generar los inicios para la obtención de una semilla limpia de este organismo (Nematodos).

8.3.1.2. Área experimental:

Se usara una extensión de 100 metros cuadrados de área experimental, con un área neta de 73.6 metros cuadrados, sembrando 10 semillas con un distanciamiento de 0.30 m. entre ellas, un distanciamiento entre surco de 0.90 m y un área para minimizar el sesgo de 0.50 m entre cada bloque para hacer un total de 4 surcos por repetición. (Esquema general de las repeticiones, con la salvedad de que el orden de los tratamientos cambiara).

8.3.1.3. Primer muestreo

Se tomarán 30 días después de la siembra 3 submuestras por tratamiento para realizar una muestra compuesta por tratamiento, de tal manera que por cada bloque obtendremos 4 muestras compuestas (1 por cada tratamiento) y por la investigación en el primer muestreo se obtendrán 16 muestras compuestas con un peso de 1 lb. Por cada muestra compuesta esto según (Murray, 2009)

8.3.2. SEGUNDA FASE:

Manejo de tratamientos y diseño experimental.

Posterior al primer análisis que nos servirá como parámetro de referencia usaremos un testigo que no contará con tratamiento experimentando contra los tratamientos siguientes:

8.3.2.1. Tratamientos:

T1 = líquido proveniente de la Infusión de flor de muerto.

T2= líquido proveniente de la infusión y macerado de semillas de chipilín.

T3= Producto Trichoderma atroviride (2×10^9 Esposar por gramo)

T4= Testigo (sin tratamiento alguno).

8.3.2.2. Preparación de los tratamientos

Del campo se obtendrán las plantas con propiedades nematocidas, las cuales se dejarán secar en bolsas de papel (en un lugar cálido seco pero no al sol directo), y se molerán en un matraz para después hervirse por 5 minutos. Obteniéndose así el material para preparar los nematocidas con sus respectivas concentración de 0.125 gr./ml por planta y con una dosis de 25 ml por planta (Carranza Gonzales, 2004 tesis) lo que nos deja con una solución de 3.125 gr / 25 ml, recordamos que tenemos 40 plantas para este tratamiento por lo cual realizaremos 125 gr/ 1 lt de agua, esto se hierve por 5 minutos para el caso de Flor de muerto y también de chipilín.

Para el caso del producto a base de Trichoderma bajo el nombre comercial de “Condor atroviride” se aplicará la dosis del producto 2 kg/hectárea equivalente a 88.2 gr/cuerda.

8.3.2.3. Diseño experimental:

Bloques completos al azar; Conocido como diseño de doble vía, se aplica cuando el material a evaluar es heterogéneo. Las unidades experimentales heterogéneas (suelo) y se agrupan formando grupos homogéneos llamados bloques.

Tratamientos A, B, C, D, E

Bloque I : B A E C D

Bloque II : C B D E A

Bloque III: B E A D C

Bloque IV: D C A E B

8.3.2.4. Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}.$$

8.3.2.5. Croquis de campo:

Repeticiones	Bloques			
1	T1	T2	T3	T4
2	T2	T4	T1	T3
3	T3	T1	T4	T2
4	T4	T3	T2	T1

Cuadro 5: Croquis de campo Fuente: Elaboración propia

8.3.2.6. Dosis:

Tratamiento	Concentración.	Dosis
Flor de muerto (<i>tagetes tenuifolia</i>)	0.125 grs./ml.	25 ml por planta
Chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>)	0.125 grs./ml	25 ml por planta
Condor (<i>Trichoderma atroviride</i>)	2×10^9 esporas por gramo 88.2 gr/16 lt agua	88.2 gr/ cuerda

Cuadro 6: Tratamientos, concentraciones y dosis. Fuente: Elaboración propia

8.3.2.7. Aplicación

Todos los tratamiento se aplicaran al tronco de la planta con ayuda de un medidor se aplicaran los tratamientos con sus respectivas dosis.

8.3.2.8. Localidad experimental:

Las cuatro parcelas estarán ubicadas en Aldea Vista Hermosa, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

8.3.2.9. Área:

El área de cada parcela experimental es de 18.4 m^2 , cuatro repeticiones y cuatro tratamientos para hacer un total de 73.6 m^2 , bajo un diseño experimental: Bloques completos al azar. El área neta del espacio experimental será de 100 m^2 y la parcela bruta tendrá un espacio de 73.6 m^2 .

8.3.2.10. Unidad experimental:

Cada unidad experimental será representada por una repetición, de tal manera tendremos cuatro unidades experimentales con 10 semillas y un distanciamiento de 0.30 m. Entre postura y 0.90 entre tratamiento.

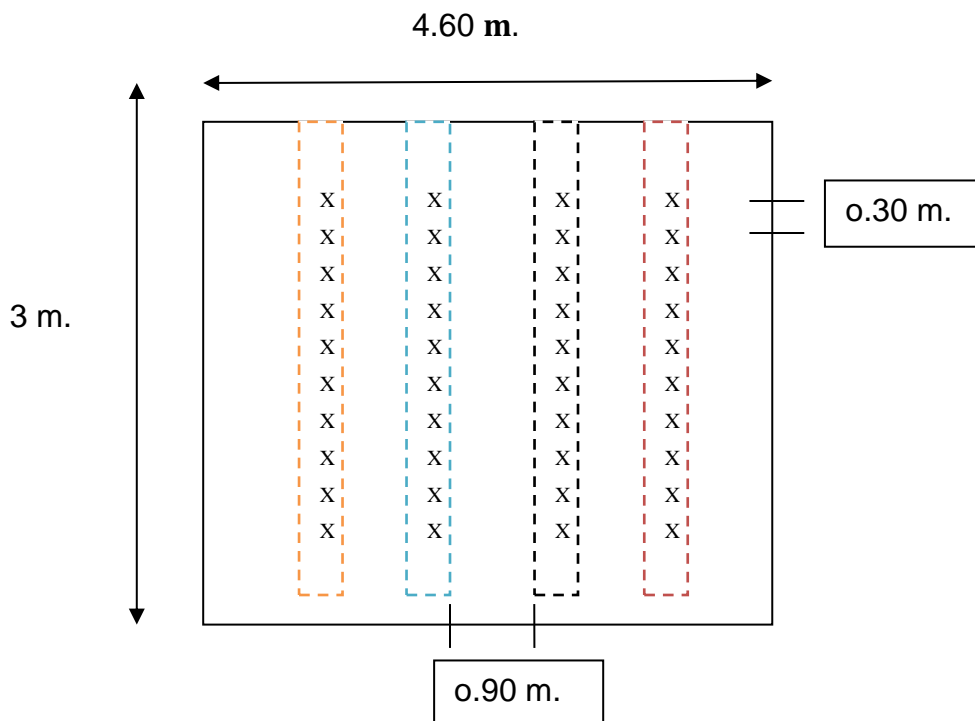


Imagen 5: Croquis de unidad experimental. Fuente: Elaboración Propia

8.3.3. TERCERA FASE:

8.3.3.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO (FASE DE CAMPO)

- **Preparación del terreno:**

Se realizará en forma manual, realizando labores de: limpieza del terreno y laboreo (barbecho) a una profundidad de 0.30 m.

- **Trazado del área experimental:**

Se realizará en base a croquis, de acuerdo a bloques experimentales y para esto se utilizará: cinta métrica, estacas, pita rafia, croquis de campo y rayadores.

- **Siembra.**

Se harán 4 surcos por repetición uno para cada tratamiento con una distancia de 0.90 m entre si y 0.30 m entre semilla, la hendidura debe de tener una profundidad entre 0.15 y 0.20 m con los estolones de la semilla verticalmente, se ayudará de una línea para alinear los surcos. Al inicio de la siembra se le agregará fertilizante 20-20-0 en una cantidad de 15 cm cúbicos a un lado de la semilla También se le aplicará insecticida al fondo del surco al momento de la siembra. Luego se cubrirá con un poco de tierra, de tal forma que no queden en contacto con los tubérculos-semilla.

- **Control de plantas no deseadas y aporque.**

El control de malezas puede hacerse eficientemente mediante dos limpiezas con azadón. La primera se hará a los 20 y los 30 días de la siembra. Consistirá principalmente de un raspado con azadón. La segunda limpieza se hará a los 35 o 40 días de la siembra y se aprovechará para realizar una calza alta. Con la misma se eliminarán las malezas, se evitará que los tubérculos salgan a la superficie, se expongan a los rayos del Sol y se vuelvan de color verde. Así mismo, los estolones pueden convertirse en tallos al estar en contacto con la luz y dejar de ser tubérculo. Con esta práctica también se protegerán del ataque de las larvas de la polilla de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*) y de la pulguilla de la papa (*Epitrix spp*).

- **Fertilización**

Se le aplicará fertilizantes que contengan NPK (20-20-20) y Productos que contengan elementos menores como Fe, Mn, Zn, Cu y B.

- **Control de insectos que atacan el follaje.**

Estos insectos deberán controlarse únicamente cuando se note que están causando daño a la plantación. De esta manera se evitará hacer aplicaciones innecesarias de insecticidas y se ahorrarán gastos.

- **Defoliaciones**

Esta práctica se hará cuando los tubérculos ya hayan alcanzado el tamaño deseado (de 80 a 100 días después de la siembra). Para ello se arrancarán algunas plantas para muestrearlas. Para la producción de semilla de papa, esta práctica es muy importante porque nos indica el tamaño adecuado (más o menos 40 gramos o el tamaño de un huevo de gallina) de los tubérculos así como su uniformidad. La defoliación consistirá en cortar los tallos con machete al nivel del suelo. Después de la defoliación se cubrirá con tierra a todos aquellos tubérculos o tallos que se encuentren descubiertos o muy superficiales.

- **Cosecha.**

La cosecha se realizará por lo menos 15 días después de la defoliación. Los tubérculos deben ser clasificados por su tamaño en bueno, malo, regular según las

variables de respuesta descritas anteriormente. Las papas deformes (muñecos) y las podridas deben serán separadas.

Se evitará que la papa sufra lesiones, rajen o sufran magulladuras. Además, en el proceso de clasificación deberá de cuidarse una buena selección por tamaño y apariencia física.

8.3.3.2. FASE DE LABORATORIO.

- **Extracción de nematodos**

Para la realización de este estudio se utilizará la técnica de flotación de quistes, por el método de FENWICK modificado con flotación en acetona.

- **Procedimiento para la extracción de quistes**

a) Se introducirá un embudo con su parte tubular lo más larga posible, dentro de 1 un recipiente de 9 litros de capacidad

b) Se colocaran 300 cc de la muestra dentro de un tamiz de 20 mesh y se acoplará al sistema

c) Se hará pasar una corriente de agua a presión para el arrastre del suelo hasta el fondo del recipiente.

d) Haciendo uso de una pizeta se trasladará la materia orgánica y los quistes a un papel filtro .

e) Se secará lo filtrado a temperatura ambiente, y todo el material que este dentro del papel filtro se verterá en un earlenmeyer de boca angosta.

f) Se agregará acetona, hasta la mitad del earlenmeyer, se agitará fuertemente,

g) Se dejará reposar por un tiempo de 30 segundos.

h) Los quistes flotaron en la orilla del earlenmeyer y se colectaran con un pincel paraluego ser colocados dentro de una caja de petri con agua.

i) Se observaran con estereoscopio y se separaron los quistes de la materia orgánica

- **Conteo de nematodos.**

Se contarán todos los nematodos para obtener el valor de población correspondiente, esto se usará como un parámetro comparativo con el siguiente muestreo.

8.3.3.3. VARIABLES DE RESPUESTAS:

Se utilizará para las variables de respuesta una metodología de tipo analítica basándose en el manual de metodologías según **(Angélica, 2006)**.

Variable Independiente

- **Número de nematodos:** Se contará el número de hembras de nematodos contenidos en un peso de 1 libra de suelo seco que a su vez es compuesta por 25 submuestras aleatorizadas, después de las aplicaciones de los productos. Cada muestra compuestas será tomada de los tratamientos y repeticiones descritos

Variables Dependientes

- **Rendimiento:** Se tomara el peso de los tubérculos ubicados en cada repetición y tratamiento; posterior a ello se comparará los pesos y así obtener el rendimiento promedio. **(Angélica, 2006)**.
- **Sanidad:** Se interpretara como el mejor tratamiento en cuanto a rendimiento se refiere aquel que tenga menos individuos (tubérculos) afectados por nematodos, contando los tubérculos afectados de cada uno de los tratamientos para su calificación.
- **Altura de la planta:** Se medirán los tallos de las plantas individualmente al momento de la defoliación desde el suelo hasta el ápice primario.
- **Análisis económico:** Se llevarán registros económicos de cada tratamiento por separado, tanto costos fijos como variables. Toda la información acumulada será analizada a través de presupuestos parciales, de acuerdo a lo recomendado por **(Perri, 1972)**.

8.3.3.4. FASE DE GABINETE

Se realizaron actividades que comprendieron:

Recopilación de datos:

Se llevará a cabo un control de todas las actividades que se realizarán, desde la obtención de materiales para la elaboración de los muestreos hasta el análisis de conteo de nematodos en los tratamientos

Tabulación de datos:

Se Ordenarán los datos recopilados en el libro de campo y se trasladarán a una matriz.

Análisis estadístico:

Incluirá discusión de resultados, análisis y la utilización de métodos estadísticos y métodos generales necesarios para obtención de datos.

Tabulación de informe final:

Se ordenará la información de manera ordenada, coherente y explícita para elaborar el informe final correspondiente al experimento.

9. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en base a lo presentado dentro de las variables de respuesta, dichos datos cuentan con su respectivo análisis previo a la discusión. Cada análisis se realizara de manera individual para unificar un criterio que pueda ser sostenido estadísticamente y con ello generar una conclusión efectiva y objetiva.

9.1. Número de nematodos

Se presenta a continuación el cuadro ANDEVA comparando los tratamientos en cuanto al control de nematodos se refiere.

Existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, por lo cual se

F.V	G.L	S.C	C.M	FC	FT
BLOQUES	3	542.19	180.73	1.71	3.86**
TRATAMIENTOS	3	2392.19	797.40	7.54	3.86**
ERROR	9	951.56	105.73		
TOTAL	15	3885.94			

Cuadro 7: ANDEVA número de nemátodos Fuente: Elaboración Yeison Orozco

recomienda realizar una prueba múltiple de medias para lograr identificar el o los tratamientos que tuvieron mejor resultado.

Prueba de Tukey.

		Testigo	Semilla de Chipilín	Flor de Muerto	Trichoderma
		28.75	17.5	0	0
Trichoderma	0	28.75	17.5	_____	_____
Flor de muerto	0	28.75	17.05	_____	_____
Semillas de Chipilín	17.5	11.25	_____		
Testigo	28.75	_____			

Tratamiento	Media
Testigo	28.75
Chipilín	17.5
Flor de muerto	0
Trichoderma	0

Cuadro 8: Prueba de tukey, número de nemátodos Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como se puede observar en el cuadro, los tratamientos con mejor resultado son aquellos donde se aplicaron Trichoderma y Flor de muerto, debido a que en esas zonas no se localizaron nematodos filiformes al final de la investigación mientras que en las parcelas donde se aplicó extracto de semillas de Chipilín y el testigo mantenían una población de nematodos (marcados con amarillo).

9.2. Altura de las plantas

Se presenta a continuación el ANDEVA de los tratamientos comparados entre sí con relación a la altura que presentaron las plantas.

F.V	G.L	S.C	C.M	FC	FT
BLOQUES	3	92.75	30.92	4.99	
TRATAMIENTOS	3	173.25	57.75	9.32	3.86**(0.05)
ERROR	9	55.75	6.19		
TOTAL	15	321.75			

Cuadro 9: ANDEVA Altura de plantas. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como se observa en el cuadro, existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos aplicados, por lo cual se requiere de realizar una prueba múltiple de medias.

Prueba de Tukey.

		Trichoderma	Flor de muerto	Semilla de chipilín	Testigo
		54	50.25	49.5	44.75
Testigo	44.75	9.25	5.5	4.75	_____
Semilla de chipilín	49.5	4.5	0.75	_____	
Flor de muerto	50.25	3.75	_____		
Trichoderma	54	_____			
		Tratamiento		Media	
		Trichoderma		54	
		Flor de muerto		50.25	
		Semilla de chipilín		49.5	
		Testigo		44.75	

Cuadro 10: Prueba de Tukey. Altura de plantas. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como lo indica el cuadro, el tratamiento con mejor resultado fue Trichoderma que logró que las plantas alcanzaran una altura de 54 cm seguido por el de Flor de muerto que alcanzó una altura de 50.25 cm. Mientras que el tratamiento de semillas de chipilín (49.5 cm) y testigo (44.75 cm) no tuvieron diferencia significativa entre sí, se sitúan en las posiciones 3 y 4 respectivamente.

9.3. Rendimiento.

Se presenta a continuación el ANDEVA de los tratamientos comparados entre sí con relación al rendimiento obtenido en lb.

FV	GI	SC	CM	FC	FT
BLOQUES	3	206.05	68.68	9.83	3.86**(0.05)
TRATAMIENTOS	3	32.59	10.86	1.56	3.86
ERROR	9	62.87	6.99		
TOTAL	15	301.51			

Cuadro 11: ANDEVA Rendimiento. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como se observa en el cuadro, existe una diferencia significativa estadísticamente entre los bloques, por lo cual se requiere de realizar una prueba múltiple de medias.

Prueba de Tukey

		Trichoderma	Flor de muerto	Semilla de chipilín	Testigo
		20.35	19.95	19.35	16.69
Testigo	16.69	3.7	3.26	2.66	_____
Semilla de chipilín	19.35	1	0.6	_____	
Flor de muerto	19.95	0.4	_____		
Trichoderma	20.35	_____			

Tratamiento	Media
Trichoderma	20.35
Flor de Muerto	19.95
Semilla de Chipilín	19.35
Testigo	16.6915

Cuadro 12: Prueba de Tukey Altura de plantas. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como se puede observar en el cuadro, el tratamiento con mejor resultado fue Trichoderma, debido a que las plantas que se encontraban dentro de la parcela con este tratamientos tuvieron mejor rendimiento comparado con las plantas que se encontraban en las áreas con los demás tratamientos tomando de ventaja 3.7 lb. Mencionando eso, como mejor tratamiento para rendimiento se sitúan; 2do: Flor de

muerto, 3ero: Semilla de chipilín y 4to: Testigo (no manifestaron diferencia estadísticamente significativa).

9.4. Plantas dañadas.

Se presenta a continuación el ANDEVA de los tratamientos comparados entre sí con relación al número de plantas afectadas por nematodos.

F.V	G.L	S.C	C.M	FC	FT
BLOQUES	3	5.69	1.90	1.88	
TRATAMIENTOS	3	22.19	7.40	7.34	3.86**(0.05)
ERROR	9	9.06	1.01		
TOTAL	15	36.94			

Cuadro 13: ANDEVA plantas dañadas. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Según el cuadro, existe una diferencia significativa estadísticamente entre los tratamientos, por lo cual se requiere de realizar una prueba múltiple de medias.

Prueba de Tukey

		Testigo	Flor de muerto	Semilla de chipilín	Trichoderma.
		4	3.75	3	1
Trichoderma	1	3	2.75	2	_____
Semilla de chipilín	3	1	0.75	_____	
Flor de muerto	3.75	0.25	_____		
Testigo	4	_____			

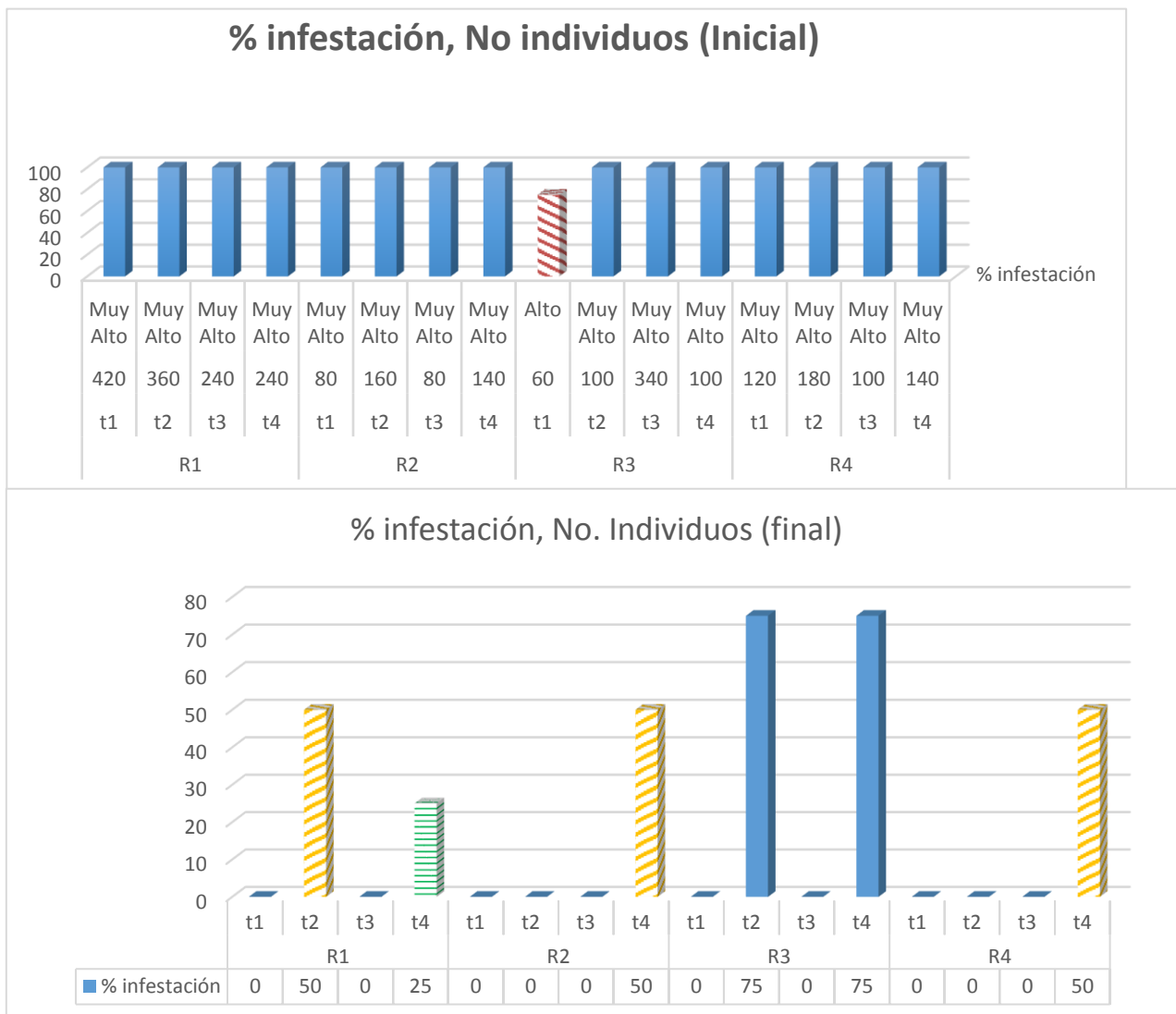
Tratamiento	Media
Testigo	4
Flor de muerto	3.75
semilla de chipilín	3
Trichoderma.	1

Cuadro 14: Prueba de Tukey Altura de plantas. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Como se puede observar en el cuadro, el tratamiento con mejor resultado fue Trichoderma, debido a que solo 1 planta que se encontraban dentro de la parcela con este tratamientos sufrió daño, seguido por el tratamiento de semilla de Chipilín que manifestó 3 individuos con daño, mientras que el tratamiento de Flor de muerto (3.75 plantas dañadas) y testigo (4 plantas dañadas) no manifiestan diferencia estadística.

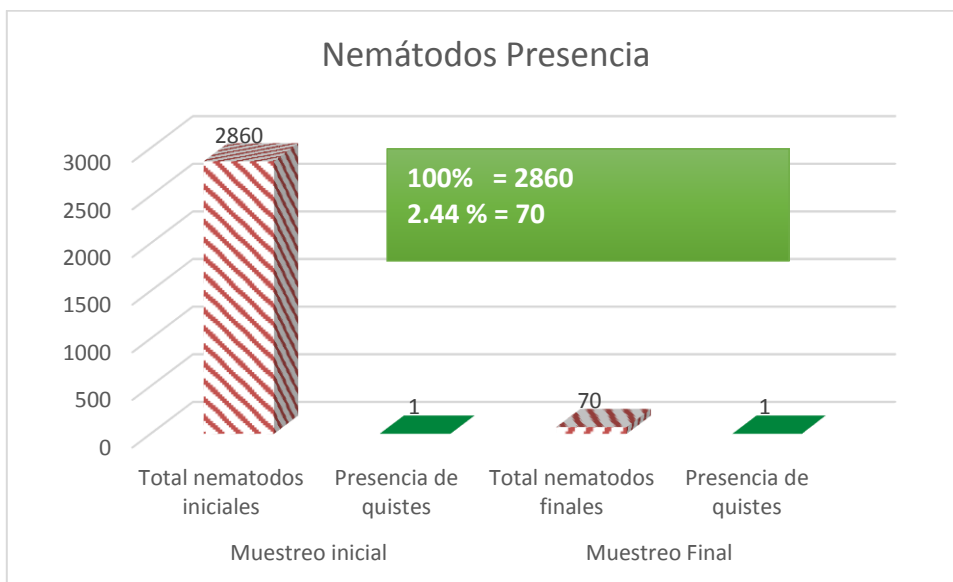
9.5. Gráficas

Gráfica1: **Incidencia y clasificación de nematodos.** Fuente: Elaboración Yeinson Orozco.



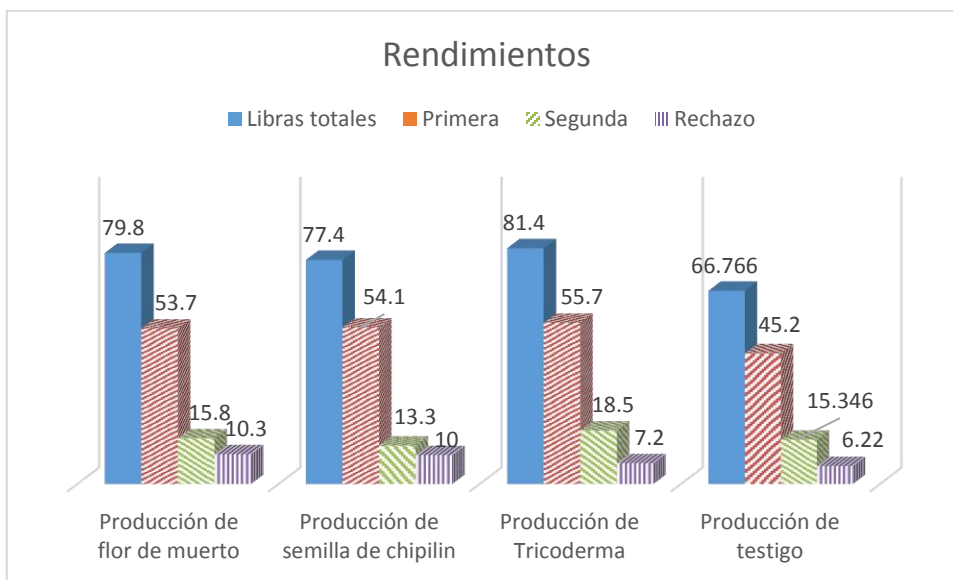
Como observamos, la presencia de nematodos utilizando la clasificación de (RAMOS, FRANCO, ORTUÑO, OROS, & MAIN, 1998) página 15, cuadro 1, se sitúan en su mayoría de incidencia en “Muy alto”, mientras una repetición lo hace en Alto para el inicio de la investigación. Posterior a la investigación los índices se mantuvieron en su mayoría en Libre 10/16 repeticiones.

Gráfica 2: Presencia de nematodos. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco.



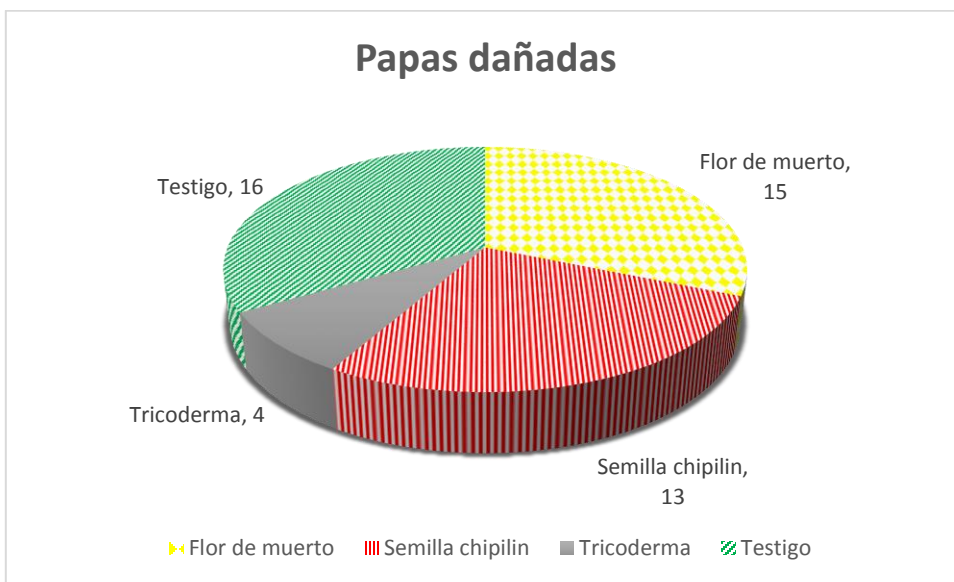
Esta gráfica muestra la reducción de un 97.66 % en cuanto a nematodos se refiere con la aplicación de estos tratamientos, dejando también en evidencia que los quistes siguen latentes en el suelo.

Gráfica 3: Rendimientos. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco



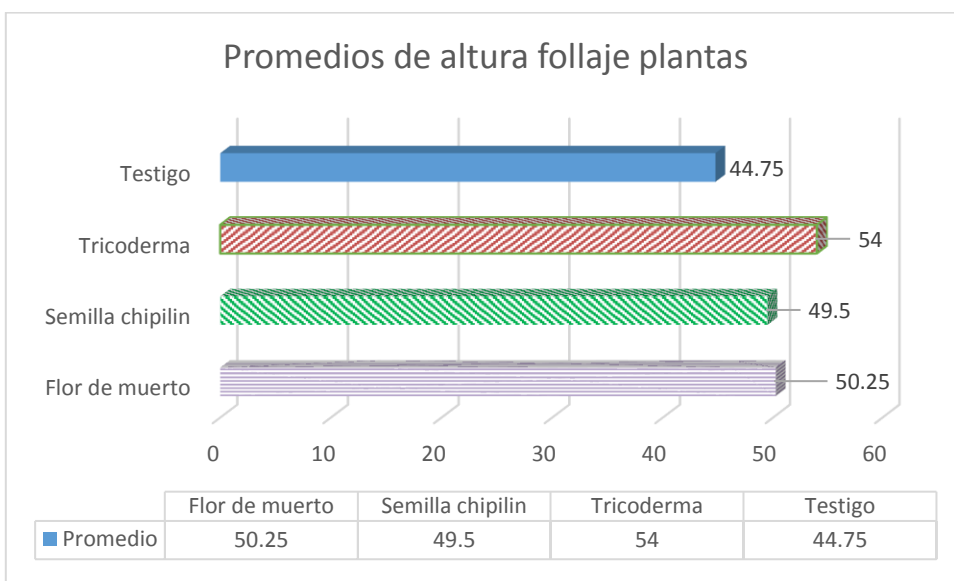
Como podemos observar en esta gráfica la mejor producción se vio reflejada en aquella donde se aplicó Trichoderma, seguida por la de flor de muerto lo que validaron los ANDEVA de rendimientos.

Gráfica 4: Daño a tubérculos. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco.



Como se observa en la gráfica resultaron con más daños aquellos tubérculos que se encontraban en áreas distintas a donde se aplicó Trichoderma.

Gráfica 5: Altura de follaje. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco.



En promedio las plantas alcanzaron mejor altura donde se aplicó Trichoderma con 54 cm, seguido por flor de muerto, Semilla de chipilín y por último el testigo. Al tener mayor área foliar se incrementa la capacidad productiva de la planta y por ende los rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades.

9.6. ANÁLISIS ECONÓMICO A TRAVÉS DE PRESUPUESTOS PARCIALES.

Con lo observado y analizado en los costos individuales de los tratamientos se realizó el análisis económico a través de presupuestos parciales. Primeramente se determinaron los costos que varían de un tratamiento a otro pero que no afectan el resto de los costos en la producción, los cuales incluyen aspectos tales como: el costo de los diversos materiales utilizados en la elaboración de los productos y la mano de obra involucrada para las aplicaciones.

Para ello usaremos una tabla de precios para el cultivo de papa tomada del MAGA para el segundo semestre del año 2016.

Cuadro 15: Precios de papa, Fuente (MAGA, Precios de mercado-en línea, 2016)

Calidad	Precio / qq
Primera	125
Segunda	90
Tercera	75

Cuadro 16: Análisis de dominancia de los tratamientos en el control de nemátodos enfocándose a rendimientos. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco.

Tratamiento	C.V	B.N	Cambio Observado	Conclusión
Producción de testigo	0	60.6	—	No Dominado
Producción de Trichoderma	17.6	60.61	T4 a T3	No Dominado
Producción de flor de muerto	29	38.80	T3 a T1	Dominado
Producción de semilla de chipilín	34	36.30	T3 a T2	Dominado

Para estos análisis según: (Reyes M. , 2001), se dice que un tratamiento está siendo dominado si y solo si existe otro de igual o menor costo (B.N) ofreciendo un C.V mayor. Para ello se ordenaron ascendentemente los costos de variación, nótese que mientras el Costo de variación aumenta los beneficios brutos disminuyen.

Para mejorar los ingresos en este caso económico de un agricultor, es importante centrarse en los beneficios netos, si revisamos en la parte superior de la gráfica de rendimientos podremos notar que en rendimientos el mejor tratamiento fue el Trichoderma, seguido por el tratamiento que contenía semilla de chipilín, sin embargo el costo de variación es mayor para el tratamiento que utiliza semilla de chipilín comparado con el testigo por ejemplo.

Para ampliar el entorno de estos análisis observamos en la siguiente gráfica los beneficios de los distintos tratamientos mediante la tasa de retorno marginal.

Cuadro 17: Tasa de retorno marginal. Fuente: Elaboración Yeinson Orozco

Tratamiento	B.N	C.V	Inc. B.N	Inc. C.V.	TRM
Producción de testigo	60.6	0	_____	_____	_____
Producción de Trichoderma	60.61	17.6	0.01	17.6	0.056818182

La tasa de retorno marginal es una herramienta muy útil al momento de evaluaciones de una propuesta con mayor renta y con menor costo de inversión. En este caso vemos que solo se encuentran dos tratamientos, se despreciaron los dos restantes debido al análisis de dominancia hecho anteriormente, como observamos en esta gráfica el tratamiento que presenta una tasa marginal es el producto de trichoderma aunque es mínima, superando en apenas Q 0.01 al testigo en cuanto al beneficio neto.

Análisis de residuos.

En este caso el análisis de residuo que es una manera de comprobar que un tratamiento es el más rentable, se aplica cuando existe más de un tratamiento con Tasa Mínima de retorno Marginal/Costo de Variación, por lo cual no es necesario en esta investigación.

Coeficiente de correlación

El cuadro 18 permite observar el coeficiente de correlación del rendimiento con la variable altura de plantas.

Componente de rendimiento	Correlación
Rendimiento / altura de plantas	1

Cuadro 18: Coeficiente de correlación Rendimiento / altura de plantas, elaboración: Yeison Orozco

La relación positiva que existió entre las variables de rendimiento y altura de plantas indica que existe relación directamente proporcional entre éstos, a mayor altura de la planta mayor rendimiento.

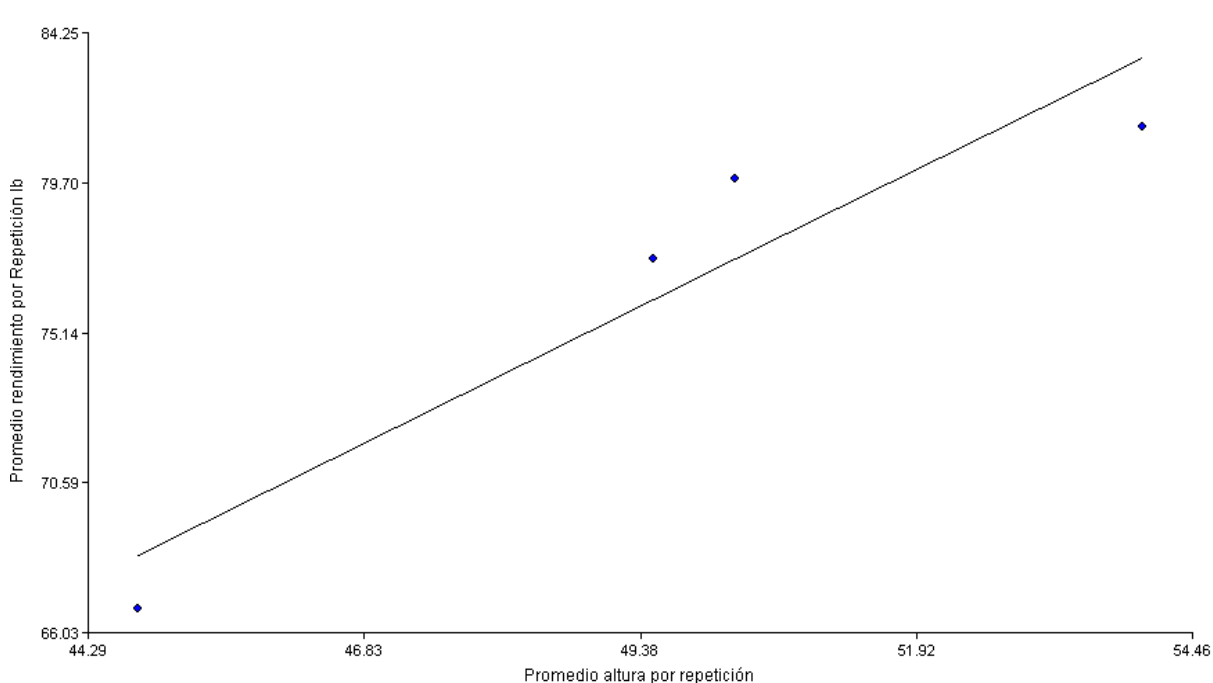


Gráfico 6: Línea de regresión Rendimiento y altura de planta, Elaboración: Yieson Orozco.

10. CONCLUSIONES.

De acuerdo al análisis y discusión de resultados se concluyó:

- En relación al control de nematodos el mejor tratamiento fue el Trichoderma seguido por el tratamiento que contenía flor de muerto, por tal motivo se confirma la hipótesis alternativa 1 pues estos tratamientos presentaron incidencia en el número de nematodos y en rendimientos.
- Se acepta la hipótesis alternativa 2 pues el producto de trichoderma mejoro los rendimientos, seguido por el tratamiento de flor de muerto y tratamiento de chipilín comparado con el testigo.
- Se acepta la hipótesis alternativa 3, pues el tratamiento biológico es más accesible en cuanto a rentabilidad que el testigo, aunque cabe mencionar que existen dos alternativas para esto, la diferencia es relativamente pequeña, pero si los nematodos son persistentes podrían acabar con el 20% o 50 % de la producción lo que nos deja como conclusión que el aplicar un control biológico prevemos de este tipo de pérdidas.
- Todos los tratamientos experimentales tuvieron una incidencia en factores de rendimiento tales como, rendimiento, sanidad, vigorosidad y de algunos otros factores de mejor beneficio para el agricultor por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa 4.

11.Recomendaciones

Entre los diferentes tratamientos que se utilizaron, el que brindo mejores beneficios fue el tratamiento de Trichoderma tanto para controlar nematodos como para para mejorar rendimientos, en el caso de los tratamientos restantes mejoran algunos aspectos pero no cubren los gastos hechos, por lo cual no son rentables para el agricultor.

El uso de plantas y organismos benéficos es un proceso muy recomendable para los agricultores y sobre todo amigable con el medio, cabe resaltar que en la mayoría de casos estos productos actúan de manera lenta y progresiva por lo cual es imprescindible realizar estas prácticas en etapas iniciales de cultivos o de áreas que serán utilizadas para cultivos.

Para el cultivo de papa en el área del occidente y específicamente el municipio de San Antonio Sacatepéquez Guatemala se recomienda el uso de Trichoderma como controlador de nematodos y mejorador de rendimientos, utilizando una aplicación antes de la siembra del cultivo.

A estudiantes y técnicos del área agrícola se les recomienda continuar con investigaciones relacionadas al control biológico y a la evaluación de otras alternativas como la siembra entre cultivos de plantas con propiedad alelopáticas y antibióticas.

A estudiantes de la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible o con orientación a fin, se les recomienda realizar análisis nematodológicos antes y después de ejecutar algún tipo de ensayo o área productiva para verificar los cambios en la población de nematodos y evitar que las pérdidas sean de daño económico para los agricultores.

12. FUENTES CONSULTADAS

- Agrios, G. ((2004)). *Plant Pathology*. University of Florida. Florida, USA. 945 p.: Fifth edition. Department of Plant Pathology.
- Angélica, M. (2006). *Metodología de la Investigación: Un nuevo enfoque*. Ed. Lases Print. Primera edición: Hidalgo.
- Bach, D. (1977). *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. . Madrid,: Ed. Mundi-Prensa, . 399 p.
- Baker, c., & Cook, r. (1974.). *Biocontrol of plant pathogens*. W. U.S.A. : H. Freeman and Co., 433 p.
- blakeman, J., & Fokeman, N. (1982.). *Potencial for biocontrol of plant diseases on the phylloplane*. *Annu. Rev. Phytopathology*. 20:167-192.
- BLAKEMAN, J., & FOKEMAN, N. (1982.). *Potencial for biocontrol of plant diseases on the phylloplane*. *Annu. Rev. Phytopathology*. 167-192. p.
- Bridge, J. y. ((2007)). *J Plant Nematodes of Agricultural Importance*. . Boston, EE.UU. 146 p.: Academic Press.
- Cabrera Linares, M. (1993.). *Evaluación de tratamientos botánicos en el control de tizón tardío en el cultivo de la papa, variedad Loman, en la aldea Sacciguan, Solola. Tesis Ing. Agr. Guatemala,.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía p.13.
- Caceres, A. (1996.). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Guatemala, . Guatemala: Editorial Universitaria. p. 306-307.
- Cartaya, E. O. (2008.). *El nematodo quiste de la papa. I: Origen, diseminación, biología e importancia económica*. Venezuela.
- Christie, J. (1936). *The development of root-knot nematode galls*. *Phytopatology(s.l)*. –CONRED-, C. N. (2012). *Glosario*. Guatemala: Secretaria Ejecutiva.
- Coyne, D., & Nicol, J. y.-C. ((2007).). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. Instituto Internacional de Agricultura y el Centro Internacional de Mejora del Maíz y trigo. . 82 p. Cotonou, Benin.
- Cruz, M. d. (2013). *Evaluación del riesgo de degradación de la cuenca del Río Lerma, Estado de México, utilizando plataforma SIG*. Toluca, México: Facultad de Geografía, Facultad Atonóma del Estado de México. 50100. Toluca, México.
- Danovaro R, G. C. (2008). «*Exponential decline of deep-sea ecosystem functioning linked to benthic biodiversity loss*».
- Diario al Dia, G. G. (5,7 de DICIEMBRE de 2001.). Países centroamericanos cierran mercados de papa. .
- Duro, H. T. (Octubre 2013). *Estado del recurso suelo en Guatemala, prioridades y necesidades para su manejo sostenible*. Guatemala: USAC Y MAGA.
- Escot, C. (2006). *Manejo de recursos naturales y su incidencia en la vulnerabilidad a desastres de origen hidroclicmático en la aldea El Rincón del municipio Y departamento de San Marcos*”. SAN MARCOS: CUSAM-USAC.
- Evaluación del riesgo de degradación del suelo en la cuenca del rio Lerma, E. d. (s.f.).

- FAO, O. d. (2009). *Guía para la Descripción de Suelos*. Roma: Cuarta Edición, (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia).
- Fenwick, D., & Oostenbrink. (1971). *Extraction of Heterodera cysts from dried soil with*. The Netherlands: International Postgraduate Nematology Course, p. 25-27.
- Ferris, V., Miller, L., Faghihi, J., & Ferris, J. (1995.). *Ribosomal DNA comparisons of*. Nematol.
- Figura 9 Modelo cartográfico para evaluar los riesgos de erosión mediante la metodología propuesta por Almorox (1991). Fuente: (Medina, 2. (2012). *RIESGO DE EROSIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MUNDO*. España: Universitas Complutensis Matritensis.
- González, M. E. (2012). *RIESGO DE EROSIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MUNDO*. España.
- Greco, N. (1993.). *Nematode problems affecting potato production in subtropical climate*. Nematropica.
- Guillermo, E. A. (Mayo 1961). *Acuerdo Gubernativo donde se dictan las normas reglamentarias para la producción, certificación y comercialización de semillas agrícolas y forestales*. Guatemala.
- IARNA, I. d. (2010). *Perfil Ambiental de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar (URL).
- INAB, I. N. (1998). *Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques (INAB).
- Infoagro. (08 de 11 de 2010). *Papa contaminada con el gusano nematodo dorado*. Obtenido de Infoagro.com: www.infoagro.com/noticias/2010/11/17011_papa_contaminada_gusano_dorado.asp
- Jensen, A., Armstrong, J., & Jatala. (1979.). *Annotated bibliography of nematode pest of*. Perú: International Potato Center.
- Jiménez, R. M. (1979.). *Antecedentes preliminares sobre control natural de nematodos fitoparásitos de la Primera Región*. Chile.: Idesa.
- LEAL, E. R. (OCTUBRE, 2015). *DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE NEMATODOS DE QUISTE ASOCIADOS AL CULTIVO DE PAPA EN LOS MUNICIPIOS DE PATZUN ZARAGOZA, CHIMALTENANGO. CHIMALTENANGO, GUATEMALA: USAC*.
- MAGA. (2013). *El agro en Cifras 2013*. Guatemala: Dirección de Planeamiento del Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación.
- MAGA. (2016). *Precios de mercado-en línea*. Guatemala.
- MANCUERNA-, F. S. (2006). *DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL MUNICIPIO LEGAL, ADMINISTRATIVO, FINANCIERO Y DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA MUNICIPALIDAD CON ÉNFASIS EN GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS -GIRH-*. Guatemala: Gestión

- Integrada de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Naranjo Componente de Fortalecimiento Municipal y Asociativo -FMA-.
- MANZANILLA-LOPEZ, R., COSTILLA, M., DOUCER, M., FRANCO, J., INSERTA, R., LEHMAN, P., . . . EVANS, K. (2002). *he genus Nacobbus thorme y allen*.
- Medina, J. C. (2010). *Estimación del riesgo y nivel de erosión hídrica en La Microcuenca del Rio Negro, Chimaltenango*. Guatemala: Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).
- Méndez, I. M. (2010). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, Facultad de Ciencias Económicas* . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. P. 5 a 15.
- Mendiburu, F. (2001). *Bloques completos al azar doc*.
- Morton, J. (1994.). *Pito (Erythrina berteroana) and chipilin (Crotalaria longirostrata)*,. Guatemala.
- Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, S. M. (2008). *DIAGNOSTICO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS*. San Antonio Sacatepéquez, San Marcos: Municipalidad SAS.
- Murray, R. y. (2009). *Estadística*. México D.F: 4ta edición. Mc Graw-Hill. 601 p.
- O.V., H. C. (1981). *los nemátodos fitosanitarios, sus características y métodos de combate: Curso internacional de control integrado de plagas*. Antigua Guatemala: ROCAP. P. 112-127.
- OIMP-MANCUERNA. (2011). *Diagnostico de La Microcuenca Alto Naranjo Región San Antonio Sacatepéquez*. San Marcos: AECID, OIMP-MANCUERNA.
- OIMP-MANCUERNA, A. (2011). *Plan de Manejo de la Microcuenca Alto Naranjo Región San Antonio Sacatepéquez, Departamento de San Marcos*. San Marcos, Guatemala, C.A: MANCUERNA.
- país, A. (2,015). *EVALUACIÓN DE Beauveria bassiana Y Trichoderma harzianum SOBRE NEMÁTODOS PARÁSITOS DE MELÓN; HUITÉ, ZACAPA Tesis Ing. Agr. EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS* , . Guatemala: AMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA . Obtenido de HUITÉ, ZACAPA.
- PÉREZ, A. L. (2014). *ESTUDIO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA CAÑERA,*. GUATEMALA: FAUSAC.
- PÉREZ, A. L. (2014). *ESTUDIO DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA CAÑERA, MICROCUENCA LOS SUJUYES, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO -ICC-, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. GUATEMALA: FAUSAC.*
- Perry, R. y. ((2006)). *Plant Nematology. , United Kingdom. 440 p*. Londres: First edition. CABI.

- R, M.-L., Costilla, M., M, D., FRANCO, J, INSERTA, R., . . . EVANS, K. (1994). *nematodo Pratulenchidae: systematics, distribution biology y management Nematopica VOI 32 No. 2.*
- Rafael, C. (2011). *Tutorial (nivel básico) para la elaboración de mapas con ArcGis.* Biblioteca y Archivo Universidad Autonoma de Madrid.
- RAMOS, J., FRANCO, J., ORTUÑO, N., OROS, R., & MAIN, G. (1998). *ncidencia y severidad de Nacobbus aberrata y Globodera spp.* Bolivia.
- Reyes, B. (1975). *Complejo patogénico de Rhizoctonia sp., Fusarium sp.,* Estados Unidos.
- Reyes, M. (2001). *nálisis económicos de experimentos agrícolas con enfoque.* Guatemala: USAC.
- Rivera, F. (Julio 2,002). *El cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en Guatemala, MAGA, ICTA, CARE.* Guatemala.
- Rowe, J., & Evans, K. (2002). *Morfología de la familia Heteroderinae, Nematodos formadores.* Montecillo, México.
- SALAZAR, E. J. (2005). *ESTUDIO DE LOS NEMATODOS FORMADORES DE QUISTES EN PAPA Solanum.* Jalapa, Guatemala.
- Shaúl, A. E. (2015). *Nivel de gestión de los consejos de microcuena en la protección y conservación del recurso agua, suelo y bosque de las Microcuenas Alto Naranjo Región San Antonio Sacatepéquez y Palatzá, departamento de San Marcos Guatemala, durante el periodo 2011-2013.* San Marcos: CUSAM-USAC.
- Stanley, P., & Steryermark, J. (1946.). *Flora de Guatemala.* Chicago: Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v .24, pte.5, p.195-196.
- Stone, A. (1973.). *Heterodera pallida. C.I.H. descriptions of plant parasitic nematodes,* Ukrania: CAB, Farnham Royal.
- System, I. T. (16 de junio de (2013)). *Taxonomía del género Meloidogyne.* Recuperado el Julio de 2015, de <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2013/browse/tree/id/13177085>
- Tángo, M. G. (1991). *La Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo.* MADRID, ESPAÑA: ICONA, MADRID.
- Trichoderma., V. M. (2005). *Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible.* Obtenido de [http://www.oriusbiotecnologia.com/tecnica/128-trichoderma-pers-caracteristicas-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible.](http://www.oriusbiotecnologia.com/tecnica/128-trichoderma-pers-caracteristicas-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible)

13. ANEXOS.

Anexo 1: Especies identificadas en Guatemala. Fuente: Ministerio de sanidad Agropecuaria y Regulaciones, 2013.



Gobierno de Guatemala
Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Alimentación

Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones
7ª. Av. 12-90 zona 13
Edificio Anexo Monja Blanca

Guatemala, 12 de junio de 2013
OFICIO No.DVEYAR-00-R-002-etz-1610-2013

Ingeniero Agrónomo
Guillermo Ortiz Aldana
Director De Sanidad Vegetal

Ingeniero Ortiz:

En respuesta a la providencia No 58/2013 sobre la consulta de las especies presentes de *Meloidogyne* así como su distribución le indicamos lo siguiente:

Meloidogyne es un género de nematodos inductores de agallas que habitan en casi todas las regiones templadas y cálidas del mundo; son parásitos internos de las raíces de cientos de especies vegetales, incluyendo muchas plantas de importancia agrícola. Actualmente, se han identificado más 80 especies de *Meloidogyne*, para el caso de Guatemala se han identificado las siguientes especies:

1. *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood 1949
2. *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1892
3. *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood 1949
4. *Meloidogyne paranensis* Carneiro et al.
5. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah & Hirschmann, 1988
6. *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949

Para el caso de la distribución, no se han realizados estudios de investigación que nos permitan determinar la incidencia, severidad y distribución de las especies de *Meloidogyne*.

Agradecemos Sin otro particular nos suscribimos.
Atentamente,



Ing. Agr. Eduardo Taracena Zamora
Profesional de Análisis de Riesgo



Ing. Agr. Edil Rodríguez Quezada
Jefe del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario

CC: Archivo

ANEXO 2. Cronograma de actividades.

Actividades	Meses															
	1				2				3				4			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección de área	■															
Compra de insumos	■															
Preparación de Terreno	■															
Siembra y Fertilización	■															
Control fitosanitario			■			■										
Limpias				■		■				■						
Fertilización				■							■					
Defoliación												■				
Cosecha															■	
Primer Muestreo	■															
Aplicaciones			■			■				■				■		
Segundo muestreo.															■	
Primer análisis	■															
Segundo análisis															■	

Cuadro 19: Cronograma de actividades. Fuente: elaboración Yeinson Orozco.

Anexo 3: Mapa de la ubicación de Guatemala



Anexo 4: Mapa de la ubicación de San Marcos.



Anexo 5: Mapa de la ubicación de San Antonio



Anexo 6: Mapa de la ubicación de caserío Vista Hermosa



Anexo 7: Producción de papa, cultivo más importante de Vista Hermosa.



Anexo 8: ANÁLISIS INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE EMISION	ANALISIS REALIZADO
157-2016	26/07/2016	23/08/2016	Nematológico
MUESTRA	PROCEDENCIA	EMPRESA	SOLICITANTE
Papa	Aldea Vista Hermosa San Antonio Sacatepéquez San Marcos		Yeison Obduver Orozco Orozco

Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R1T1
Agente Detectado	Heterodera sp. 380/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 40/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R1T1
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R1T2
Agente Detectado	Heterodera sp. 140/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 120/100 cc de suelo Criconemoides sp. 20/100 cc de suelo Rotylenchulus sp. 80/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R1T2
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R1T3
Agente Detectado	Heterodera sp. 120/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 100/100 cc de suelo Rotylenchulus sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R1T3
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R1T4
Agente Detectado	Heterodera sp. 100/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 80/100 cc de suelo Rotylenchulus sp. 20/100 cc de suelo Trichodorus sp. 40/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R1T4
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R2T1
Agente Detectado	Heterodera sp. 60/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 20/100 cc de suelo
Agente Detectado	Heterodera sp. 60/100 cc de suelo Helicotylenchus sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R2T1
Agente Detectado	Punctodera sp.

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagri@gmail.com



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R2T2
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 160/100 cc de suelo
Agente Detectado	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R2T2
Muestra analizada	<i>Punctodera</i> sp.
Agente Detectado	Suelo/Nematológico – R2T3
Muestra analizada	<i>Heterodera</i> sp. 80/100 de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R2T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R2T4
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 140/100 de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R2T4
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R3T1
Agente Detectado	<i>Paratrichodorus</i> sp. 20/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 20/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R3T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R3T2
Agente Detectado	<i>Rotylenchulus</i> sp. 80/100 cc de suelo <i>Criconemoides</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R3T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R3T3
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 260/100 cc de suelo <i>Meloidogyne</i> sp. 40/100 de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo <i>Trichodorus</i> sp. 20/100 de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R3T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R3T4
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 60/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R3T4
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R4T1

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 60/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Cricanemoides</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R4T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R4T2
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 140/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R4T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R4T3
Agente Detectado	<i>Rotylenchulus</i> sp. 100/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R4T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – R4T4
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 60/100 cc de suelo <i>Pratylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Trichodorus</i> sp. 20/100 de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – R4T4
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q1T1
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 320/100 cc de suelo <i>Cricanemoides</i> sp. 40/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q1T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q1T2
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 100/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q1T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp. <i>Cactodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q1T3
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 160/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Meloidogyne</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q1T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagn@gmail.com



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Muestra Analizada	Suelo/Nematológico – Q2T1
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q2T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q2T2
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 380/100 cc de suelo <i>Rotylenchulus</i> sp. 40/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q2T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp. <i>Cactodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q2T3
Agente Detectado	<i>Trichodorus</i> sp. 20/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Meloidogyne</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q2T3
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q3T1
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo <i>Meloidogyne</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q3T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q3T2
Agente Detectado	<i>Criconemoides</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Rotylenchulus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 100/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q3T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q3T3
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 140/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 80/100 cc de suelo <i>Meloidogyne</i> sp. 20/100 cc de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q3T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q4T1
Agente Detectado	<i>Heterodera</i> sp. 100/100 cc de suelo

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189517 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMÍA CENTRO DE DIAGNOSTICO PARASITOLÓGICO 	
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q4T1
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q4T2
Agente Detectado	<i>Meloidogyne</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Heterodera</i> sp. 60/100 de suelo
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q4T2
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematológico – Q4T3
Agente Detectado	<i>Rotylenchulus</i> sp. 220/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp. 40/100 cc de suelo <i>Helicotylenchus</i> sp.
Muestra analizada	Suelo/Nematodos Globosos (quistes) – Q4T3
Agente Detectado	<i>Punctodera</i> sp. <i>Cactodera</i> sp.
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Natalia Rosamaria Quixtan

Br. Karla Chinchilla Padilla

Br. Jairo David Chali Salazar




Anexo 9: ANÁLISIS FINAL DE LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO 260-2016	FECHA DE INGRESO 04/11/2016	FECHA DE EMISION 17/11/2016	ANALISIS REALIZADO Nematológico
MUESTRA Suelo (papa)	PROCEDENCIA San Marcos, Casería Villa Nueva, Municipio de San Antonio, Sacatepéquez	EMPRESA	SOLICITANTE Yeison Obduber Orozco Orozco

Muestra analizada	T1R1 - Suelo/Nematológico A
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	T1R1 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Globodera sp. Punctodera sp.
Muestra analizada	T2R1 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	Helicotylenchus sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	T2R1 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	T3R1 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	T3R1 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	T4R1 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	Heterodera sp. 25/100 cc suelo
Muestra analizada	T4R1 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	T1R2 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	T1R2 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Globodera sp. Punctodera sp.
Muestra analizada	T2R2 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	T2R2 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cenddiagri@gmail.com



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Agente Detectado	<i>No Presenta Nematodos Fitoparasiticos</i>
Muestra analizada	T3R2 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp.</i>
Muestra analizada	T4R2 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Heterodera sp. 40/100 cc suelo</i>
Muestra analizada	T4R2 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp. Globodera sp.</i>
Muestra analizada	T1R3 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>No Presenta Nematodos Fitoparasiticos</i>
Muestra analizada	T1R3 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp.</i>
Muestra analizada	T2R3 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus sp. 30/100 cc suelo Heterodera sp. 10/100 cc suelo</i>
Muestra analizada	T2R3 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp.</i>
Muestra analizada	T3R3 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>No Presenta Nematodos Fitoparasiticos</i>
Muestra analizada	T3R3 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp.</i>
Muestra analizada	T4R3 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>No Presenta Nematodos Fitoparasiticos</i>
Muestra analizada	T4R3 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp.</i>
Muestra analizada	T1R4 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus. Sp. 40/100 cc suelo</i>
Muestra analizada	T1R4 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp. Globodera sp.</i>
Muestra analizada	T2R4 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>No Presenta Nematodos Fitoparasiticos</i>
Muestra analizada	T2R4 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	<i>Punctodera sp. Globodera sp.</i>

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagri@gmail.com



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



Muestra analizada	T3R4 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	T3R4 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.
Muestra analizada	T4R4 - Suelo/Nematológico
Agente Detectado	Heterodera sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	T4R4 - Suelo/Nematológico (Quistes)
Agente Detectado	Punctodera sp.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TECNICOS DE LABORATORIO

Br. Natalia Rosamaria Quixtan

Br. Karla Chinchilla Padilla

Br. Evelyn Morales

Br. María Leticia Pablo

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Anexo 10: Fotografías de la investigación.

Fotografía 1: Medición del área experimental.



Fotografía 2: Primer muestreo.



Fotografía 3: Parcelas con sus respectivas muestras.



Fotografía 4: Preparación del terreno.



Fotografía 5. Trazado de surcos.



Fotografía 6: Siembra de papa.



Fotografía 7: Revisión del cultivo.



Fotografía 8: Aporque del cultivo.



Fotografía 9: Fertilización del cultivo.



Fotografía 10: Control de enfermedades y plagas.



Fotografía 11: Identificación de cada parcela y del área experimental.



Fotografía 12,13: Preparación de tratamiento de Chipilín.



Fotografía 14,15: preparación de tratamiento Flor de muerto.



Fotografía 16: Aplicación de tratamientos en campo definitivo.



Fotografía 17: segundo aporque y control de plantas no deseadas en el cultivo.



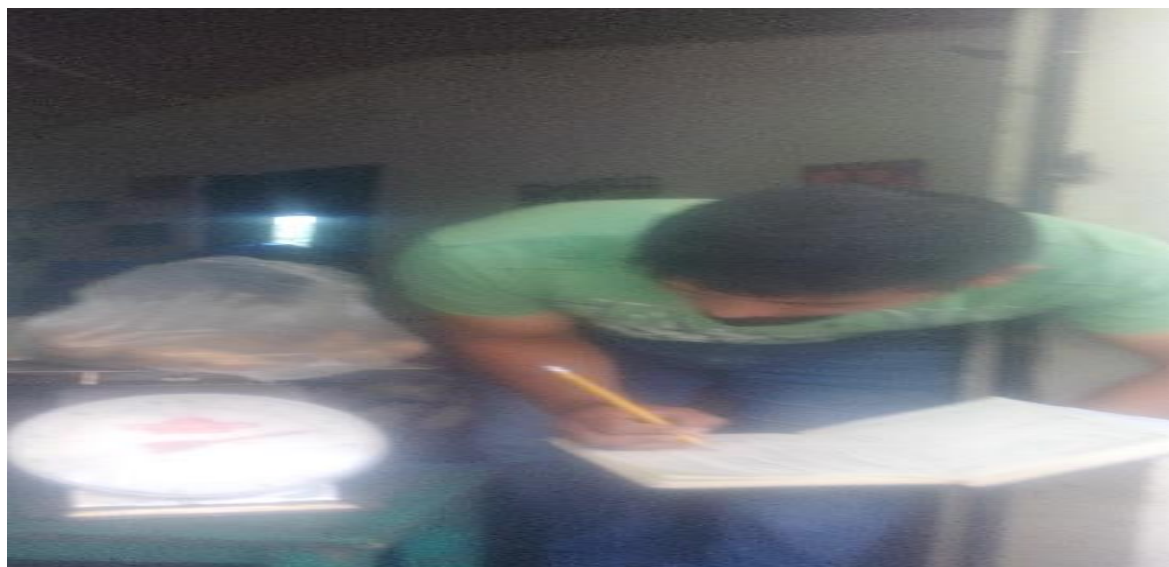
Fotografía 18: Cosecha.



Fotografía 19: Selección de plantas dañadas.



Fotografía 20: Peso y selección de la cosecha.



Anexo 11: Presupuesto

No.	Descripción	Cantidad	Valor en Q	Valor en Q		Fuente de financiamiento.
1	Costos Directos		unitario	Parcial	Sub-total	Estudiante SPS.
1.1	Mano de obra					
1.1.1	Preparación de suelo	1 Jornal	75	75		
1.1.2	Siembra	3 Jornal	75	225		
1.1.3	Aporque (calza)	1 Jornal	75	75		
1.1.4	Aplicaciones de productos.	7 Jornal	75	525		
1.1.5	Cosecha.	3 Jornal	75	225		
1.1.6	Análisis de laboratorio	2 análisis de todos los tratamientos	150	300		
1.1.7	Alquiler de terreno	1 ciclo de cosecha.	100	100		
1.1.8	Mantas para identificar	2 m2	90	180		
	SUB-TOTAL				1705	
1.2	Materiales e Insumos					
1.2.1	Semilla	3 Cajas	250	750		
1.2.2	Gallinaza	4 sacos (cruda)	45	180		
1.2.3	Fertilizante	1 qq (mezcla)	260	260		
1.2.4	Insecticida	1/4 litro	60	60		
1.2.5	Fungicida Curzate/revusopti 4 SC	1 kg. / 1/4	295	295		
1.2.6	Riego	alquiler	250	250		
1.2.7	Pala	1 unidad	45	45		
1.2.8	Machete	1 unidad	35	35		
1.2.9	Azadón	1 unidad	75	75		
1.2.10	Alquiler de sitio	alquiler	250	250		
1.2.11	Transporte	14 Viajes	30	420		
1.2.12	Condor (trichoderma)	1 dosis	125	125		

1.2.1 3	flor de muerto	2 libra	50	100		
1.2.1 4	Semilla de Chipilín	1 libra	50	50		
1.2.1 5	hojas de papel bond	200 hojas	30/cien to	60		
1.2.1 6	Jeringas.	6	1 c/u	6		
1.2.1 7	papelería y útiles de oficina			200		
1.2.1 8	Alquiler de balanza	2 días	15	30		
1.2.1 9	Costales plásticos	10	5	50		
1.2.2 0	Pita Rafia	20 unidades	1	20		
	SUB-TOTAL				3261	
2	Costos Indirectos					
2.1	Herramienta y equipo					
2.1.1	Depreciación de bomba (5%)	3 meses	17.5	52.5	52.5	
	Costo total				5018.50	

Cuadro 18: Presupuesto para el estudio. Fuente: elaboración Yeinson Orozco.