

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE *Beauveria bassiana* Y *Trichoderma harzianum* SOBRE
NEMÁTODOS PARÁSITOS DE MELÓN; HUITÉ, ZACAPA
TESIS DE GRADO

VICTOR HUGO ACEVEDO PAIZ
CARNET 23916-07

ZACAPA, ENERO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE *Beauveria bassiana* Y *Trichoderma harzianum* SOBRE
NEMÁTODOS PARÁSITOS DE MELÓN; HUITÉ, ZACAPA
TESIS DE GRADO

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

POR
VICTOR HUGO ACEVEDO PAIZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, ENERO DE 2015
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

Guatemala, 18 de noviembre del 2014

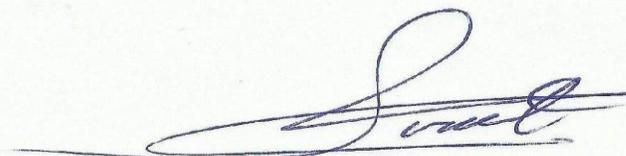
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados Miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Víctor Hugo Acevedo Paiz, carné 23916-07, titulada: **“Evaluación de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum* sobre Nematodos fitoparasitos en el cultivo de Melón; Huité, Zacapa”**.

La cual que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Edgar Rolando Guirola Osorio

Colegiado No. 2787

Cod. Url 16796



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06251-2014

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante VICTOR HUGO ACEVEDO PAIZ, Carnet 23916-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06140-2014 de fecha 3 de diciembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE *Beauveria bassiana* Y *Trichoderma harzianum* SOBRE NEMÁTODOS PARÁSITOS DE MELÓN; HUITÉ, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 16 días del mes de enero del año 2015.


ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios porque me ha bendecido a lo largo de mi vida.

Al Ing. Edgar Rolando Guirola Osorio por su valiosa asesoría, acompañamiento, revisión y corrección del presente trabajo de tesis.

Mis Padres por su esfuerzo en darme oportunidades de estudio, por apoyarme en mis metas y por ayudarme a lograr esas metas.

A mis abuelos Manuel de Jesús Paiz Portillo (+) y Elsa Beatriz Martínez Castañeda viuda de Paiz, por sus enseñanzas y ternura sembradas en mis padres, por ser mí gran ejemplo a seguir, por cuidarme desde niño y darme su amor incondicional.

Mis Catedráticos y compañeros, Ing. Elmer David Villatoro y Byron Peláez Cuellar, porque me formaron durante mis años de estudio, por todo su apoyo durante la realización y corrección del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Eduardo García, Ing. Julio García, Ing. Manuel Benavente e Ing. Luis Peñate, por ser estrictos en la realización y corrección del presente trabajo de tesis.

La Universidad Rafael Landívar, por brindarme el conocimiento e inculcarme valores durante mi formación profesional.

La Empresa Agroexportadora Ayco Farms por darme la oportunidad de realizar mi ensayo de trabajo de tesis en una de sus áreas de producción.

DEDICATORIA

A:

Dios: Todo poderoso, por darme la vida, guiarme por el camino correcto y hacer todo a su perfecto tiempo.

Mis Padres: Víctor Hugo Acevedo León y Dalia Leticia Paiz Martínez de Acevedo, por el amor, su dedicación, sus sacrificios, el apoyo económico y sobre todo por su comprensión durante mis años de estudio.

Mis Abuelos: Audencio Acevedo (+) y America León de Acevedo (+), flores sobres sus tumbas.

Mi Familia: Mis tíos, primos y sobrinos, quienes me han acompañado y apoyado en cada etapa de mi vida, por sus sabios consejos e impulsarme a seguir adelante.

Mis Catedráticos: Ing. Ángel Cordón, Ing. Luis Albizurez, Ing. Marlon Bueso e Ing. Julio Morales, por su apoyo, tanto en clases como fuera de clases.

Mis Amigos: Dooglas Olmos, Salvador Rivera, Ángel Arévalo, Omar Samayoa, Carlos Casasola, Zahyda Monroy, Dimas Rivera, Alison Méndez, Nancy Juárez Y Edgar Fernando, por los buenos y malos momentos, y por los años de estudios de la promoción 2007.

INDICE

Contenido	Página
RESUMEN	I
SUMMARY	II
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Nematodos	7
2.2.1 Nematodos Fitoparasitos	7
A. Clasificación de los nematodos fitoparasitos	8
2.3 Género <i>Helicotylenchus</i>	10
2.4 Género <i>Rotylenchulus</i>	11
2.5 Cultivo de melón	12
2.5.1 Taxonomía	12
2.5.2 Morfología	13
2.5.3 Particularidades del cultivo	13
A. Clima	13
B. Temperatura	13
C. Humedad	14
D. Suelo	14
2.5.4 Variedades de melón	15
2.5.5 Plaga del suelo de cultivo de melón	16
A. Nematodo del género <i>Meloidogyne</i> spp	16
B. Importancia de los nematodos	16
1. Tipo de suelo y pH	17
2. Estructura del suelo	18
3. Temperatura del suelo	18
4. Humedad del suelo	19
2.6 Control de plagas	19

2.6.1 Control Biológico	19
2.7 <i>Beauveria bassiana</i>	21
2.7.1 Modo de acción	22
2.8 <i>Trichoderma harzianum</i>	22
2.8.1 Modo de acción	23
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
3.1 Definición del problema y Justificación del trabajo	24
IV. OBJETIVOS	27
4.1 General	27
4.2 Específicos	27
V. HIPÓTESIS	28
VI. METODOLOGIA	29
6.1 Localización	29
6.2 Material Experimental	29
6.2.1 Telone II	29
6.2.2 Agroguard WG (<i>Trichoderma harzianum</i> cepa DSM 14944)	30
6.2.3 Mycotrol ES (<i>Beauveria bassiana</i> cepa GHA)	30
6.3 Factores a estudiar	30
6.4 Descripción de los tratamientos	31
6.5 Diseño experimental	31
6.6 Modelo estadístico	32
6.6.1 Modelo estadístico de covarianza para comparación con testigos	32
6.6.2 Modelo estadístico de covarianza para con arreglo combinatorio	32
6.7 Unidad experimental	33
6.8 Croquis de campo	33
6.9 Arreglo aleatorizado de los tratamientos	34
6.10 Manejo del experimento	34
6.10.1 Aplicación de productos al campo	34
A. Mycotrol SE (<i>Beauveria bassiana</i> cepa GHA)	34

B. Agroguard WG (<i>Trichoderma harzianum</i> cepa DSM 14944)	35
C. Telone II (1, 3 – Dicloropropeno)	35
6.9.2 Manejo cultural del melón	36
A. Preparación del suelo	36
B. Trasplante	36
C. Riego	37
D. Poda	37
E. Fertilización	37
F. Control de malezas	37
G. Control de plagas	38
H. Cosecha	38
6.11 Variables de respuesta	39
6.11.1 Identificación y cuantificación de géneros de nematodos	39
6.11.2 Población de nematodos en suelo y raíces por género	39
A. Población inicial y final de nematodos en suelo del género <i>Helicotylenchus</i> sp y <i>Rotylenchulus</i> sp	39
B. Población de nematodos en raíces por género	39
6.11.3 Daño de raíces	40
6.11.4 Rendimiento de exportación y de rechazo del cultivo de melón	40
6.12 Análisis de la información	40
6.12.1 Análisis estadístico	40
6.12.2 Análisis económico	41
A. Presupuesto parcial	41
B. Análisis de Dominancia y Tasa Marginal de Retorno	41
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	42
7.1 Identificación y cuantificación de géneros de nematodos	42
7.2 Población de nematodos en suelo y raíces	43
7.2.1 Población inicial y final de nematodos en suelo del género <i>Helicotylenchus</i> sp y <i>Rotylenchulus</i> sp	43

7.2.2 Población de nematodos en raíces por género	46
7.3 Daños de raíces	46
7.4 Rendimiento de exportación y rechazo del cultivo de melón	47
7.5 Presupuesto Parcial	49
7.6 Análisis de dominancia y tasa marginal de retorno	50
VIII. CONCLUSIONES	52
IX. RECOMENDACIONES	53
X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	54
XI. ANEXOS	59

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Temperaturas críticas en el desarrollo del cultivo de melón	14
2	Tratamientos evaluados sobre los nematodos del suelo en el cultivo de melón variedad caribbean gold	31
3	Cuantificación de nematodos del género <i>Helicotylenchus sp</i> en 100 cc de suelo	42
4	Cuantificación de nematodos del género <i>Rotylenchulus sp</i> en 100 cc de suelo	43
5	Análisis de covarianza para la población final del género <i>Helicotylenchus sp</i>	44
6	Prueba de medias para la población final del género <i>Helicotylenchus sp</i>	44
7	Análisis de covarianza para la población final del género <i>Rotylenchulus sp</i>	45
8	Prueba de medias para la población final del género <i>Rotylenchulus sp</i>	45
9	Población de nematodos en raíces	46
10	Tabla de medias para el porcentaje de daño de	

	raíces del estudio realizado	47
11	Tabla de medias para el porcentaje de daño de raíces del estudio realizado	47
12	Tabla de medias para el rendimiento de exportación en kg/ha del estudio realizado	48
13	Tabla de medias para el rendimiento de exportación en kg/ha del estudio realizado	48
14	Tabla de medias para el rendimiento de rechazo en kg/ha del estudio realizado	49
15	Tabla de medias para el rendimiento de rechazo en kg/ha del estudio realizado	49
16	Presupuesto parcial del cultivo del melón	50
17	Análisis de dominancia y tasa marginal de retorno	51
18	Cronograma de las actividades del experimento	77

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Croquis de campo donde se realizo la evaluación de dos agentes de control biológico sobre nematodos del suelo en el cultivo de melón variedad caribbean gold	33
2	Arreglo aleatorio de los tratamientos en la evaluación de dos agentes de control biológico sobre nematodos del suelo en el cultivo de melón variedad caribbean gold	34

EVALUACION DE *Beauveria bassiana* Y *Trichoderma harzianum* SOBRE NEMATODOS PARASITOS DE MELON; HUIITE, ZACAPA

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la aplicación de dos agentes de control biológico sobre nematodos asociados al cultivo de melón en Huité, Zacapa. Se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 2x3 (Factor A: Hongos x Factor B: Concentración) con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: *Beauveria bassiana* a 1.49×10^{11} , 1.89×10^{11} y 2.31×10^{11} por ha, *Trichoderma harzianum* a 3.81×10^{12} , 4.29×10^{12} y 4.77×10^{12} por ha (concentración baja, media y alta en ambos), comparados contra un testigo relativo (Telone II 104 litros/ha) y un testigo absoluto (sin aplicación). Las variables de respuesta fueron: poblaciones al inicio y al final del estudio en suelo y raíz por género de nematodo encontrado, daño de raíz y rendimiento exportable de melón. Los datos se analizaron utilizando análisis de covarianza y pruebas de medias al 5% de significancia. Se realizó un análisis económico utilizando la metodología de presupuestos parciales. Como resultado se obtuvo que los géneros identificados en el estudio fueron: *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus*. Se logró determinar que las poblaciones de estos géneros varían de acuerdo a las dosificaciones que se utilicen, mas no con el agente de control biológico. No se observaron géneros de nematodos en raíz, el daño fue por la colonización de *Monosporascus cannonballus*. Los tratamientos con *T. harzianum* presentaron mayores rendimientos de melón exportable. Basado en lo anterior se recomienda la utilización de *T. harzianum* para controlar poblaciones de nematodos en suelo y estimular a la planta a mejorar los rendimientos de melón.

EVALUATION OF *Beauveria bassiana* AND *Trichoderma harzianum* ON PARASITIC NEMATODES IN MELON; HUITÉ, ZACAPA

SUMMARY

The purpose of the present study was to evaluate the effect of two biological control agents on nematodes associated with melon farming in Huité, Zacapa, Guatemala. The design of choice was that of full blocks chosen at random with a factorial design of 2x3 (A Factor: Fungi; B Factor: Concentration) with 8 treatments and 4 repetitions. The treatments tested were: *Beauveria bassiana* at 1.49×10^{11} , 1.89×10^{11} , and 2.31×10^{11} per hectare; and *Trichoderma harzianum* at 3.81×10^{12} , 4.29×10^{12} , and 4.77×10^{12} per hectare (low, medium and high concentration in both), compared to a relative indicator (Telone II 104 liters per hectare), and an absolute indicator (no application). The response variables were: populations at the beginning and at the end of the study on both ground and roots per genre of found nematode, damaged roots and exportable performance of the fruit. The data was analyzed utilizing analysis of covariance and average testing at 5% level of significance. An economy analysis was carried out using partial budgeting methodology. As a result, the genres identified in the study were: *Helicotylenchus* and *Rotylenchulus*. It was determined that the populations of these genres vary according to the dosage applied and not according to the biological control agent. There were no genres of nematodes observed in the roots. The damage was caused by the colony of *Monosporascus cannonballus*. The treatments with *T. harzianum* presented higher performance of exportable melons. Based on the previous statements, *T. harzianum* is recommended to control nematode populations on the ground and to stimulate the plant to improve the performance of the fruits.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de melón en Zacapa, en relación al PIB, aporta a la economía nacional aproximadamente el 10.8%. El PIB por habitantes está por encima de US\$2,004.00 por año. El PIB de Zacapa es generado en orden de importancia: servicios, comercio, industria y agricultura (Factor económico del departamento de Zacapa, 2007).

Las tierras que se encuentran en el entorno del área urbana de Zacapa son poco aptas para la agricultura por su situación árida, pero por medio de tomas y canales es que ha ido creciendo esta actividad, lo que ha dado lugar a que el 50% de la extensión territorial de Zacapa sea agrícola, tanto tradicional como no tradicional. Se estima que la producción agrícola es una de las actividades más importantes, productivas y rentables que se maneja en departamento, los principales cultivos son: Melón (*Cucumis melo* L., Cucurbitaceae), Tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae), Berenjena (*Solanum melongena* L., Solanaceae), pepino (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae), Tabaco (*Nicotiana tabacum* L., Solanaceae), Maíz (*Zea mays* L., Poaceae) y Cebolla (*Allium cepa* L., Amaryllidaceae) (Factor económico del departamento de Zacapa, 2007).

De la producción de melón a nivel nacional de acuerdo a la encuesta agropecuaria del Instituto Nacional de Estadística (INE), el 96% de la producción se concentra en Zacapa, aunque también se cultiva en Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa. Se marcan dos épocas de siembra: de mayo a octubre y de noviembre a abril; y existen 77 fincas que suman una extensión de 12 mil hectáreas (Gamarro, 2010).

Los nematodos son patógenos del suelo que provocan daños en los cultivos en forma directa e indirecta, su control es considerado como una actividad importante dentro las prácticas de cultivo, en el caso de Cucurbitáceas casi el 100% se realiza con biocidas y su uso está siendo muy restringido. Con respecto al tipo de daño directo (nematodos endoparásitos) los nematodos con capaces de disminuir

el rendimiento con solo provocar agallas en la raíz (*Meloidogyne* sp), con respecto al tipo de daño indirecto (nematodos ectoparásitos) los nematodos le dan entrada a otros patógenos del suelo (hongos, bacterias, etc) al provocar lesiones en la raíz, por este motivo se hace necesario incluir para su control otros métodos que nos permitan minimizar los daños en la zona de desarrollo radicular.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

De acuerdo con Cruz Mejia (2007), quién evaluó el hongo *Trichoderma harzianum* sobre el nematodo nodulador de la raíz (*Meloidogyne* spp.) en comparación con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM), *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, Marigold (*Tagetes erecta*) y un testigo absoluto (tratamiento de control) en el cultivo de la okra americana (*Abelmoschus esculentus*). El experimento se realizó en un campo abierto del área de producción orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana a 32 kilómetros de Tegucigalpa, Honduras. El tamaño del experimento fue de 21 x 48 metros, dividiéndose en tres bloques de 21 x 16 metros, que a su vez se dividió cada bloque en 6 unidades experimentales (7 x 8 metros). Las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* se hicieron una al momento del trasplante y otra a los 21 días después del trasplante (DDT), a una concentración de 3×10^{11} conidias en 240 g/ha de producto comercial. El hongo *Trichoderma harzianum* presentó cierto grado de control en el nematodo nodulador de raíz *Meloidogyne* spp, en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*), debido a que redujo las poblaciones de nematodos en el suelo en un 41% a los 90 DDT (solo siendo mejores los tratamientos con *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chlamydosporia* con 78% y 76% respectivamente) y en la raíz redujo los nódulos en un 34% menos que las plantas del tratamiento absoluto (solo siendo mejores los tratamientos con *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* y Marigold con 85%, 84% y 84% respectivamente), según análisis a los 90 DDT.

De acuerdo con Salazar, Betancourth y Castillo (2012), quienes evaluaron el hongo *Beauveria bassiana* sobre el nematodo *Meloidogyne* spp en comparación con *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* en concentraciones diferentes de esporas y dosis de aplicación y un testigo absoluto en el cultivo Lulo (*Solanum quitoense* Lam). El experimento se llevó a cabo en una localidad de La Caldera a 22

km del Municipio de Pasto, Nariño, Colombia. Durante la ejecución del experimento se estableció una fase de invernadero en la cual se compararon 36 tratamientos correspondientes los tres hongos mencionados anteriormente en concentraciones de 1×10^6 hasta 1×10^9 y tres dosis de aplicación 20, 30 y 40 cc y un testigo absoluto, con cinco repeticiones y una unidad experimental de 10 plantas y luego a los dos meses de edad, las plantas se inocularon aplicándose en la base de la raíz 10,000 huevos de *Meloidogyne* spp en una solución de 50cc. Luego se seleccionaron tratamientos para la siguiente fase según las variables evaluadas de incidencia y severidad, tomándose en cuenta los tratamientos que presentaron un grado de severidad menor a 2 e incidencia menor a 30%. En la fase de campo se realizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y 3 repeticiones, los tratamientos fueron los siguientes: *Beauveria* sp 1×10^6 esporas por mL y 40 cc de dosificación, *Beauveria* sp 1×10^7 a 40cc, *Paecilomyces* sp 1×10^6 a 30 cc, *Paecilomyces* sp 1×10^7 a 20 cc, un testigo químico (Carbofuran) en dosis comercial, el cual se aplicó al momento de la siembra y dos veces más cada tres meses y el testigo absoluto. Los resultados obtenidos con los tratamientos de *Beauveria* sp, relacionados con la variable severidad fueron un poco altos, el mejor tratamiento de los dos de *Beauveria* sp fue el que se utilizó la concentración de 1×10^6 esporas y una dosificación de 40 cc con un porcentaje de severidad de 37.49% en comparación con la concentración 1×10^7 esporas y una dosificación de 40 cc con un porcentaje de 54.50%, pero en comparación con los otros tratamientos en la fase de campo los mejores tratamientos fueron el de *Paecilomyces* sp 1×10^6 a 30 cc y el testigo químico (Carbofuran) con un porcentaje de 5.40% y 7.89% respectivamente.

De acuerdo con Castro y Rivillas, quienes evaluaron el hongo *Trichoderma harzianum* (Tricho-D WP) y Micosplag (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus*) para el manejo de nematodos *Meloidogyne incognita* y *M. javanica* en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en condiciones de almacigo en comparación con, Carbofuran (Furadán), dos testigos relativos (los dos con nematodos, pero uno en solo suelo y otro en suelo + lombricompost) y

dos testigos absolutos (los dos sin nematodos, pero uno en solo suelo y otro en suelo + lombricompuesto). El experimento se estableció en una casa de malla en una de las áreas de Cenicafé, Colombia, empleando chapolas de café Var. Caturra, sembradas en un suelo sin la adición de materia orgánica, para la evaluación del índice de nudosidad producido por los nematodos en las plantas de café, se utilizó la escala de calificación de daño por *Meloidogyne incognita* en raíces de Café, escala propuesta por la Universidad de North Carolina y modificada por Leguizamón (1995). Durante el experimento se inocularon los nematodos en el suelo, se evaluó el efecto preventivo de Tricho-D (se aplicó el producto 8 días después de la siembra del cultivo de café y luego a los 8 días de la aplicación se inocularon los nematodos en el suelo) y curativo de Tricho-D (se inocularon los nematodos en el suelo a los 8 días después de la siembra del cultivo de café y luego fue la aplicación del producto) a una concentración de 10g/L de agua, empleando un volumen de 20ml/bolsa en condiciones de solo suelo, de igual manera se evaluó el Micosplag (preventivamente y curativamente) a una concentración de 2g/L de agua, empleando un volumen de 20ml/bolsa en condiciones de solo suelo. El hongo *Trichoderma harzianum* (Tricho-D), presentó un efecto protector de raíces, con su aplicación de manera preventiva (8 días antes de la inoculación de los nematodos en el suelo) se obtuvo una infección de 12% en comparación con uno de los testigos relativos (inoculación de los nematodos en el suelo) que mostró un 51% de infección y el tratamiento con Micosplag en forma preventiva siendo comparado con uno de los testigos relativos (51% de infección) mostró una mejor protección de raíces con un 6% de infección, y de forma curativa el tratamiento con Tricho-D no fue tan efectivo con un 28% de infección en comparación con el tratamiento Micosplag que un 18% de infección y ambos en comparación con uno de los testigos relativos que mostró un 51% de infección.

De acuerdo con Santana, *et al.* (2010), quien evaluó el hongo *Trichoderma harzianum* sobre el manejo de nematodos del género *meloidogyne* en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) en comparación con *Trichoderma viride*, melaza,

gallinaza y un testigo absoluto. El experimento se realizó en el municipio Sandino, Cuba, en el período entre diciembre de 2008 a marzo de 2009, se utilizó un área total de 300 m² la cual se dividió en 15 parcelas de 20 m² donde se plantaron 52 plantas, en cada tratamiento se utilizaron tres parcelas con un total de 156 plantas y un área de 60 m², la plantación se realizó en el surco a un marco de 0.90 x 0.30 m. Las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* fueron: una al momento de la plantación, a una dosis de 9kg/ha, las aplicaciones se realizaron con una frecuencia semanal, hasta los 45 días, reduciendo la dosis por aplicación a 3 kg/ha. Se evaluó el grado de infestación por *Meloidogyne* spp antes del trasplante (infestación inicial), para obtenerse los datos se tomaron cinco muestras de suelo por réplica a una profundidad de 05-25 cm, dichas muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno donde se sembró calabaza (*Cucurbita máxima*) como planta indicadora, evaluándose los resultados a los 35 días, y obteniéndose así el grado de infestación inicial. El grado de infestación final se determinó a los 80 días después del trasplante, momento en el que se extrajeron 10 plantas por réplica para ser evaluadas. En cada uno de los tratamientos evaluados se encontró un grado de infestación inicial alto (superior a tres), sin diferencias significativas entre ellos. El grado de infestación final demostró que hubieron diferencias significativas entre los tratamientos, observándose así que el mejor tratamiento fue en el que se aplicó *Trichoderma harzianum* con un menor grado de infestación final de 1.13, siguiéndole el tratamiento con *Trichoderma viride* con 1.27 grados de infestación final, ambos tratamientos con diferencias significativas sobre el resto de los tratamientos. Estos resultados demuestran la capacidad de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* como agentes biocontroladores de nematodos fitoparasitos.

Las empresas ubicadas en el municipio de Huité, Zacapa, reportan la presencia de nematodos en sus campos, estos reportes se basan comparando la sintomatología que muestran algunas plantas con características similares y daño en raíces, necrosadas y/o con agallas o nódulos, sin considerar otro tipo de daño en las raíces que podría existir por ataque de nematodos.

En la zona las posibilidades de contaminar los suelos con nematodos son altas, la principal fuente son las aguas de riego de mala calidad, desde la fuente principal y por los suelos por los que pasa antes de llegar a los campos de cultivo.

2.2 Nematodos

La palabra nematodo deriva del nematoide (nema = hilo y oide = en forma de) y define a este grupo de invertebrados de cuerpo alargado, no segmentado y generalmente con aspecto de lombriz o gusano redondo. Su tamaño es muy diferente según las especies y puede variar desde 0.2 mm de algunos habitantes edáficos a los 8 m de longitud y 2.5 cm de ancho de una especie que vive en el cachalote.

Los nematodos forman un grupo muy diverso de que dentro del reino animal solo se ve superado en número de especies por los insectos. Se encuentran ampliamente repartidos por el mundo colonizando un amplio rango de nichos ecológicos. Sus hábitos alimenticios son muy variables, hay especies parásitas de plantas, insectos y otros animales, otras se alimentan de bacterias, hongos, algas o son depredadores tanto de otros nematodos como de otra microfauna (Esparrago; Novas, 1997).

2.2.1 Nematodos Fitoparásitos

De acuerdo con Tardé, et al., (1981), los nematodos fitoparásitos son organismos microscópicos, que habitan en el suelo y dentro de los tejidos de las plantas, principalmente las raíces. De acuerdo con Esparrago y Novas, (1997), los nematodos fitoparásitos se alimentan a través de un estilete hueco situado en la región anterior de su cuerpo, que clavan en los tejidos de la planta, normalmente en la raíz. El daño que ocasiona a veces es muy simple consistiendo en una herida con muerte celular en el punto de alimentación. Sin embargo, la mayor

parte de los daños parecen ser inducidos como respuesta a la inyección de secreciones salivares en los tejidos, esta saliva interfiere en la síntesis de compuestos fisiológicos lo cual puede estimular la aparición de deformaciones radiculares, variaciones en la composición de la savia y en el flujo y distribución de la misma, finalmente puede verse afectada la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes.

La sintomatología es muy variable, solo pocas especies que pueden parasitar las partes aéreas producen deformaciones características en hojas. Los síntomas en la raíces pueden ser más específicos, y dependiendo de la especie de nematodo pueden aparecer nódulos, lesiones necróticas, ausencia de raíces secundarias, ramificaciones secundarias anómalas, parada de crecimiento radicular, etc.

La distribución de las pérdidas es desigual, estas son mayores en países tropicales y subtropicales que en climas fríos, de la misma forma, dependiendo de las condiciones medioambientales y del huésped, la incidencia de un parásito puede significar desde una pequeña disminución del rendimiento hasta la pérdida total de la cosecha. En España se ha calculado que las pérdidas anuales ascienden a unos 905 millones de euros (1,196 millones de dólares), de los cuales un 40% corresponde a las pérdidas en cultivos hortícolas. En segundo lugar están las pérdidas en cereales (21% de pérdidas), seguidos por los frutales (14%), cítricos (10%) y patatas (6%), con el porcentaje restante (9%) correspondiendo a remolacha azucarera, vid, olivo y leguminosas (BELLO *et al.* 1997).

A. Clasificación de los nematodos fitoparásitos

De acuerdo a su hábito estos fitoparásitos son clasificados en cuatro grupos:

1. Ectoparásitos migratorios, durante todo el ciclo de vida se mantienen fuera de la raíz y se alimentan de células de la epidermis o células un poco más

profundas en la raíz, tienen la capacidad de moverse hacia nuevos sitios de alimentación (*Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Longidorus* y *Paralongidorus*).

2. Ectoparásitos sedentarios, se mantienen fuera de la raíz durante todo el ciclo de vida y se alimentan de células modificadas en un mismo sitio por largos períodos (*Mesocriconema*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*).
3. Endoparásitos migratorios son nematodos que penetran la raíz y migran a través del tejido, sin formar células modificadas ni sacos de huevos. (*Pratylenchus*, *Radopholus* y *Rotylenchulus*).
4. Endoparásitos sedentarios, penetran al sistema radical y se alimentan de células altamente modificadas, pierden la capacidad de moverse y mantienen un sitio activo de alimentación (*Meloidogyne*, *Heterodera* y *Globodera*).

De acuerdo con Sijmons, (1993), los nematodos ectoparásitos son aquellos que atacan la parte exterior de los tejidos. Se alimentan introduciendo su estilete en los tejidos vegetales, pero cumplen todo o casi todo su ciclo evolutivo en el exterior de la planta huésped.

De acuerdo con Escobar y col., (1999), los nematodos endoparásitos, como lo indica su nombre, penetran el tejido vegetal (total o parcialmente). Se plantea que este grupo pasa al menos una etapa de su vida en el interior de los tejidos donde se alimenta y como consecuencia produce serias lesiones: nódulos, agallas, deformaciones entre otras. Su persistencia en los tejidos por largos períodos supone el establecimiento de una relación huésped – patógeno muy compleja, razón por la cual se trabaja hoy intensamente (Milligans y col., 1998; Sanz-Alfárez y col., 1999)

2.3 Género *Helicotylenchus*

La palabra *Helicotylenchus*, proviene de los vocablos griegos *helic* (=espiral, enrollar), *tyl* (= perilla, nudo), *ench* (= lanza, arpón), indicando que es un microorganismo con forma de espiral y con un estomatoestilete en la región anterior (cabeza) (Borror, 1960), que es usado para perforar los tejidos de la planta hospedante y extraer los nutrientes, causando enfermedades que se manifiestan con un crecimiento deficiente y un rendimiento menor (Mai *et al.*, 1996; Siddiqi, 2000; Agrios, 2005; Luc *et al.*, 2005; Perry & Moens, 2006).

El género *Helicotylenchus* es uno de los más abundantes del orden Tylenchida, probablemente contiene más de 160 especies (Fortuner, 1991; Siddiqi, 2000). Según Fortuner *et al.* (1987) y Siddiqi (2000) el género *Helicotylenchus* pertenece al phylum Nematoda Rudolphi, 1808; clase Secernentea (von Linstow, 1905) Dougherty, 1958; orden Tylenchida Thorne 1949; superfamilia Tylenchoidea Oerley, 1880; familia Hoplolaimidae Filip'ev, 1934; y subfamilia Hoplolaiminae Filip'ev, 1934.

Biológicamente y dependiendo del hospedante, el hábito alimenticio de *Helicotylenchus* spp, se caracteriza generalmente como ectoparásito, del griego *ecto* (=exterior), *para* (=con, en), *síteo* (=alimentación), lo que implica, que el nematodo es un parásito que vive en la superficie externa de su hospedante, aunque algunas especies pueden comportarse como semiendoparásitos (semi=mitad y endo=interior), es decir, que la parte del cuerpo se encuentra en el interior del tejido cortical de la raíz. En algunos casos, se alimentan por períodos prolongados en sitios específicos, extrayendo alimentos de los tejidos más internos de las raíces sin provocar daños aparentes o notorios (Hunt *et al.*, 2005; Decraemer & Geraert, 2006), pero la migración a través del tejido no ha sido registrada.

El ciclo de vida de *Helicotylechus* spp, tiene una duración de 26 a 34 días a 25°C. Una reducción relativa en la duración del desarrollo fue observada en todos los estados larvales a ésta temperatura: 9 a 12 días para incubación del huevo y del primer estado juvenil dentro de éste, 8 a 10 días para el segundo estado juvenil (j2), 6 a 7 días para el tercer estado juvenil (j3), y solamente 3 a 5 días para el estado juvenil cuatro (j4) (Krall,' 1985). La primera muda dentro del huevo, y los 3 estados juveniles pueden ser distinguidos por el sistema reproductivo (Siddiqi, 1972). Durante la cuarta muda, las gónadas masculinas y femeninas completan su desarrollo, y la vulva como la vagina en las hembras se distinguen en la cutícula del cuarto estado juvenil (Zuckerman & Strich-Harari, 1963).

2.4 Género *Rotylenchulus*

El género *Rotylenchulus* fue descubierto en 1940 por Linford y Oliveria en especímenes recogidos en Hawái y por más de 20 años fue el único representante de esta familia, es llamado vulgarmente nematodo reniforme riñón. Su nombre se debe a la forma que posee la hembra madura que presenta la forma de riñón. La hembra inmadura es alargada en forma de C, de cola corta, la glándula esofágica está agrupada sobre el lumen del esófago, presenta dos ovarios, la vulva esta a la mitad del cuerpo, la parte anterior es mas afilada, y se clava en la raíz. Poseen dimorfismo sexual.

Los machos son vermiformes con esófago degenerado y estilete débil, las larvas y los machos están libres en los suelos y alrededor de las plantas. Presentan un esqueleto cefálico fuerte, tiene una amplia distribución geográfica. Sus hospederos son casi todas las plantas como el banano, piña, tomate, aguacate, café, algodón (Robinsson, 1997).

Rotylenchulus disminuye el vigor de las plantas, hace decrecer las cosechas, el número elevado de sus huéspedes y la rapidez de su ciclo le permiten acumularse en gran cantidad sobre los suelos. Un barbecho de 7 meses no lo elimina. Se

reporta que los únicos medios de lucha son la fumigación o la introducción de gramíneas como la caña de azúcar y sorgo para utilizarlas en la rotación de cultivo.

El género *Rotylenchulus* es un nematodo semiendoparásito, lo que significa que la hembra penetra la raíz para establecer un sitio de alimento permanente quedando sedentaria o inmóvil. La región de la cabeza es insertada dentro la raíz mientras la región de la cola sobrepasa afuera y se engorda durante la maduración. Hay diez especies dentro el género *Rotylenchulus*, siendo *Rotylenchulus reniformis* la especie de mayor importancia económicamente (Radewald y Takeshita, 1964). La hembra penetra parcialmente la raíz, mientras que los machos y las larvas viven libres en el suelo, principalmente en el cepellón de tierra que rodea la raíz (Py, 1969). Según Jessé (1978) el combate de *Rotylenchulus reniformis* provoca aumentos en la producción, y su daño se relaciona con la formación de raíces en forma de “escoba de bruja” con este nematodo.

2.5 Cultivo de melón

2.5.1 Taxonomía

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *C. melo*

(ITIS, 2014).

2.5.2 Morfología

El melón es una planta anual herbácea tendida o rastrera provista de zarcillos, perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas. La enredadera se ramifica y cada ramita soporta una o dos flores cerca de la conexión con el tallo principal. Tiene dos tipos de flor. Las denominadas perfectas (partes femeninas y masculinas) y las flores masculinas. Se propaga por semillas. Su densidad de siembra está entre 4500 y 5500 matas por hectárea en promedio. La cosecha se inicia entre los 90 y 110 días después de la siembra según la variedad. Produce frutos redondos u ovalados muy apreciados por su sabor (FAO, 2006).

2.5.3 Particularidades del cultivo

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

A. Clima

La planta de melón es de clima cálido y no excesivamente húmedos, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación su desarrollo se ve afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos (Rodríguez, 2006).

B. Temperatura

Las temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Temperaturas críticas en el desarrollo del cultivo de melón.

Helada		1°C
Detención de la vegetación	Aire	13-15°C
	Suelo	8-10°C
Germinación	Mínima	15°C
	Óptima	22-28°C
	Máxima	39°C
Floración	Óptima	20-23°C
Desarrollo	Óptima	25-30°C
Maduración del fruto	Mínima	25°C

Fuente: Universidad de Chile, 2009.

C. Humedad

Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65%. La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad.

D. Suelo

La planta de melón no es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7. Si es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radicular y podredumbres en frutos.

Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo, como del agua de riego, aunque cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada supone una reducción del 7,5% de la producción. Es muy sensible a las carencias, tanto de microelementos como de macroelementos (Rodríguez,

2006).

2.5.4 Variedades de melón

Entre los tipos de melones más importantes se presentan los siguientes:

A. Melones Cantaloup. Presenta frutos precoces (85-95 días), esféricos, ligeramente aplastados, de pesos comprendidos entre 700 y 1200 gramos, de costillas poco marcadas, piel fina y pulpa de color naranja, dulce (11-15°brix) y de aroma característico. El rango óptimo de sólidos solubles para la recolección oscila entre 12 y 14°brix, ya que por encima de 15°brix la conservación es bastante corta. Existen variedades de piel lisa (europeos, conocidos como “charentais” o “cantaloup”) y variedades de piel escriturada (americanos, conocidos como “supermarket italiano”). Cuando alcanza la plena madurez el color de la piel cambia hacia amarillo. La planta adquiere un buen desarrollo, con hojas de color verde-gris oscuro.

B. El melón *Honeydew*, tiene una cáscara verde amarilla granulosa y pulpa naranja. Está adaptado a climas secos y cálidos, con la piel lisa o estriada, de madurez tardía y con una buena aptitud a la conservación.

C. Melones Galia. Presenta frutos esféricos, de color verde que vira a amarillo intenso en la madurez, con un denso escriturado. Pulpa blanca, ligeramente verdosa, poco consistente, con un contenido en sólidos solubles de 14 a 16°brix. Híbrido muy precoz (80-100 días, según la variedad), con un peso medio del fruto de 850-1900 gramos.

D. Melón Caribbean Gold. Es un híbrido, es decir, es un melón cantalup tipo harper. Planta vigorosa para aire libre se desarrolle sin problemas en todo tipo de suelos. Cuaje muy fácil en condiciones de humedad. Frutos de calibre entre 1-1,5 kg. Escriturado denso por todo el fruto. Larga vida tanto de planta como de fruto aguantando viajes muy largos. Nivel de azúcar elevado. Plantaciones tempranas

en tunelillo y medias al aire libre. (El cultivo del melón, SAG)

2.5.5 Plaga del suelo de cultivo de melón

A. Nematodos de género *Meloidogyne*

El género *Meloidogyne* tiene un muy amplio rango de hospedadores, las especies de dicho género pasan el invierno en el suelo en forma de huevos. En primavera conforme la temperatura del suelo se incrementa, los juveniles de segundo estado J2s, eclosionan, emigran a través del suelo y penetran en las raíces de las plantas hospedadoras, donde establecen sitios de alimentación. Las hembras son redondeadas e inmóviles, los machos filiformes y generalmente abandonan la raíz pues no se alimentan. Los nematodos agalladores completan su ciclo en menos de un mes dependiendo de la temperatura del suelo y por tanto puede tener varias generaciones durante un cultivo.

Las plantas infectadas por *Meloidogyne* spp muestran amarillamientos, marchitamientos y reducciones en la producción. La infección de las raíces produce engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen (Talavera, 2003).

B. Importancia de los nematodos

Los nematodos forman parte de un grupo de gran importancia económica debido a que causan las pérdidas más significativas en la producción de diversos cultivos (SIDDIQI, 2000). Tienen la capacidad de infectar las raíces de numerosas plantas, con un rango de hospedadores que comprende más de 3.000 especies vegetales diferentes (ABAD *et al.* 2003), por lo tanto se pueden considerar en general como polívoros. El daño que ocasionan a los vegetales se debe principalmente a la alteración de los tejidos vasculares de la raíz, que reduce sustancialmente la absorción de nutrientes y agua, con el consiguiente debilitamiento de la planta y

disminución del rendimiento (ORTON WILLIAMS 1972, 1973, 1974, 1975, SIDDIQI 2000, ABAD *et al.* 2003). Además, los efectos negativos de los nematodos se agravan en algunas ocasiones por interacciones con otros patógenos.

Los nematodos están altamente adaptados al parasitismo radicular, dependiendo del establecimiento de los puntos de alimentación especializados dentro de la raíz o fuera de ella para su crecimiento y reproducción. Una vez establecidos, los nematodos tiene un suministro constante de agua y alimento desde el hospedante (SIDDIQI, 2000). El género de nematodos de más importancia económica en el cultivo de melón es el *Meloidogyne* y una vez que este nematodo entra en la planta, induce la formación de un punto para su alimentación. Una vez inducido dicho punto, el nematodo depende completamente de éste para su crecimiento y desarrollo. Si el punto de alimentación se vuelve no funcional, el nematodo por el cual se indujo la formación de la estructura para su alimentación morirá. Esta estrategia permite a este nematodo parasitar un amplio rango de especies vegetales, aspecto importante en agricultura que conviene conocer mejor, para un control alternativo de los nematodos más persistentes (GOVERSE *et al.* 2000). Otros géneros de nematodos son de importancia económica dependiendo de la interacción que tengan con otros patógenos del suelo. Entre los principales factores que afectan las poblaciones de nematodos en el suelo son:

1. Tipo de suelo y pH

Los suelos livianos (arenosos) pueden albergar más nematodos que suelos pesados lo cual es debido a los poros más grandes entre las partículas del suelo, que a su vez facilitan el movimiento (Van der Wal, 1994). La acidez del suelo influye en el desarrollo de la planta y por ello indirectamente a los nematodos que se alimentan en ella (Van der Wal, 1994).

2. Estructura del suelo

La textura y la estructura del suelo tienen un efecto importante sobre los nematodos fitoparasitos y según Wallace (1958) hay un tamaño óptimo de partícula para el movimiento de cada especie de nematodo. Aparentemente el tamaño de poro afecta la facilidad con la que los nematodos pueden desplazarse a través del suelo. A diferencia de las raíces de las plantas, los nematodos no pueden ejercer suficiente presión para forzar y pasar entre las partículas y agregados del suelo (Stirling, 1991), en este sentido el movimiento de los nematodos en el suelo está relacionado con el diámetro de los poros, el diámetro del nematodo y la cantidad de agua en el espacio poroso. Un nematodo no puede moverse entre las partículas de suelo cuando el diámetro de los poros es menor que el ancho del cuerpo de nematodo (Nas, 1978).

Brodie (1976), encontró máximas densidades poblacionales de tres especies de nematodos a diferentes profundidades, donde la textura del suelo era también diferente, corroborando lo anteriormente descrito. También se ha encontrado que el porcentaje de juveniles de *Meloidogyne incognita* capaz de migrar y penetrar raíces de tomate disminuye conforme aumenta el porcentaje de arcilla en un suelo.

3. Temperatura del suelo

La temperatura del suelo varía con la profundidad y época del año. La fluctuación es mayor en los primeros 15 cm. y disminuye conforme aumenta la profundidad (Brodie, 1976). La temperatura es la variable física que tiene un gran significado biológico y puede afectar diversas actividades de los nematodos tales como el movimiento, desarrollo y reproducción.

Para la mayoría de los nematodos fitoparasitos tropicales la temperatura óptima oscila entre los 25 y 30 °C, por encima o por debajo de este ámbito, los

nematodos se inactivan o mueren. La temperatura influye sobre la planta hospedera, cambios en el desarrollo producen cambios en la morfología y fisiología de la raíz afectando desde luego las poblaciones de nematodos (Nas, 1978).

4. Humedad del suelo

Los nematodos fitoparasitos son organismos esencialmente acuáticos debido a que requieren de una película de agua entre las partículas de suelo para poder movilizarse, por tanto el contenido de agua en el suelo es un factor ecológico muy importante e influye en la sobrevivencia de estos organismos. En suelos secos la sobrevivencia de los nematodos disminuye, muchos mueren mientras que otros tienen la capacidad de sobrevivir en ausencia total de agua en estado de anhidrobiosis (Luc et al, 1990). En este sentido el barbecho limpio puede no ser una medida efectiva de combate de nematodos. La humedad del suelo varía con la profundidad y la época del año, esta es más baja en los 30 cm. Superiores y más alta a profundidades mayores. Aunque varía de mes a mes en los primeros centímetros del suelo, generalmente la variación es mayor en verano que en invierno (Brodie, 1976).

2.6 Control de plagas

2.6.1 Control Biológico

De acuerdo con Tejada (1982), y Summy and French (1988), 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 De Bach (1968), 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.

El éxito sustancial incluye casos donde las ganancias son menos considerables ya que la plaga y el cultivo son menos importantes o cuando el área cultivada es pequeña o porque ocasionalmente se requiere el uso de insecticidas. El éxito parcial es donde el control químico permanece como necesario pero se reduce el número de aplicaciones y el área tratada es pequeña (De Bach, 1977).

En términos económicos, los beneficios cuando los hay, son tan espectaculares como los ecológicos; se ha calculado un retorno aproximado por cada dólar invertido en control biológico clásico de una plaga de 30:1, mientras que para el

control químico la relación es 5:1 (De Bach, 1977; Hokkanen, 1985).

La introducción de agentes de control biológico frecuentemente se declara por ser ambientalmente segura y sin riesgos, sin embargo, existen evidencias que indican que esta aseveración no es del todo cierta. La mayoría de los fracasos de control biológico se han debido a errores por la carencia de planificación y pobre evaluación de los enemigos naturales antes de una introducción. En algunos casos los errores han sido tan funestos que se ha provocado la extinción de otras especies. Actualmente se reconoce que algún riesgo es inherente en los programas de control biológico como en cualquier otra estrategia de control (King, 1998).

2.7 *Beauveria bassiana*

Es el hongo de mayor uso en el manejo de pestes, fue descubierto en 1835 por el entomólogo y botánico italiano Agostino Bassi. En 1980, se registró comercialmente en Kansas (EUA), contra chinches (*Blissus leucopterus* Diga, 1832). Es un hongo Deuteromycetes, orden Moniliales, Familia Moniliaceae. Tiene conidióforos agrupados en forma de piña formando synemas; conidias lisas e hialinas de color blanco cremoso (Gómez, 2008).

Es un hongo de gran virulencia y patogenicidad, además de una amplia gama de control. Es muy usado en el manejo de diversas plagas, muertos por su acción, muestran una cubierta algodonosa conformada por el micelio y conidias del hongo. Es usado en numerosos países para diferentes plagas como la Broca del Café (*Hipotenemus hampei* Ferrari(1867)), Picudos de plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824)) y algodón (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843). En la República Dominicana, es muy conocido su uso para el manejo de la Broca del Café (*Hipotenemus hampei* Ferrari (1867)) con el producto llamado Brocaril (Gómez, 2008).

Lora y Betancourth (2006), registró el efecto positivo de control de nematodos con el hongo *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio e invernadero. No obstante, a la fecha dicho biocontrolador no se han evaluado en condiciones de campo, para valorarlos como una posible estrategia de manejo. Además, los agricultores continúan realizando aplicaciones de nematicidas sin encontrar respuestas positivas en el cultivo.

Mediante estudios realizados a nivel de invernadero en tomate de árbol (*Solanum betacea*), al evaluar el parasitismo de hongos sobre hembras de *Meloidogyne* spp; se encontró que *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* presentaron porcentajes de parasitismo de 82.32%, 74.65% y 73.11% respectivamente y fueron altamente significativos al 99% de probabilidad estadística comparados con el testigo. Así mismo, no se encontraron diferencias en el parasitismo entre hongos, lo cual indica que en condiciones de laboratorio en las cuales se llevó a cabo el experimento, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* fueron igualmente efectivos para parasitar al nematodo (Lora, y Betancourth, 2008).

2.7.1 Modo de acción

El hongo en contacto con el patógeno entra en competencia con la microflora cuticular, produciendo un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del patógeno y se ramifica dentro de su cuerpo, secretando toxinas que provocan la muerte del hospedante. El patógeno muerto queda momificándolo y bajo condiciones de humedad, se cubre posteriormente de una esporulación blanquecina – amarillenta (Obregon, 2008).

2.8 *Trichoderma harzianum*

Es el enemigo natural de diversos patógenos, entre ellas los que pertenecen a los géneros *Rhizoctonia solani* (J. G. Kühn, 1858), *Pythium* (Pringsheim, 1858),

Fusarium (Link ex Grey, 1821), *Rhizopus* (Ehrenb, (1820)) entre otros; además ayuda a reducir la incidencia de nematodos (Nematoda Rudolphi, 1808), este hongo puede producir diferentes antibióticos volátiles y no volátiles, es capaz de parasitar, controlar y destruir los fitonematodos. Pérez *et al.* (2006) afirman que *Trichoderma* spp es un biorregulador efectivo contra nematodos del género *Meloidogyne* por medio de sus toxinas e hifas.

2.8.1 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 (Obregon, 2008).

- 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 (Obregon, 2008).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema y Justificación del trabajo

En el cultivo de melón para observar una población de nematodos considerablemente dañina, lo correcto es hacer un análisis de suelo para determinar la población, pero cuando se trata de empresas meloneras con grandes extensiones de tierras, no realizan análisis de suelos, el síntoma más común en estos casos es observar si la raíz de 1 o 2 plantas de melón presentan agallas, lesiones necróticas; generalmente se han hecho aplicaciones preventivas de biocidas como Bromuro de Metilo, Metam Sodio en dosis de 500 litros/hectárea, Dicloropropeno (nematicida) y Dicloropropeno más Cloropicrina (desinfectante de suelo) en dosis de 105 a 125 litros/hectárea, con un tiempo que varía de hasta cinco meses a dos semana antes del trasplante del pilón de melón; una vez establecido el cultivo, por lo general de los 40 días después del trasplante a la cosecha el cultivo muestra síntomas de marchites, estas se dan por varias causas, pero se le atribuyen a la asociación nematodos con hongos y bacterias

El nematodo es el que ocasiona el primer daño a la planta, por esta razón es que se propone combatir naturalmente a nematodos, ya que hay otros géneros de nematodos que provocan heridas en las raíces y esto es aprovechada por otros microorganismos (hongos, bacterias y virus) que pueden penetrar al interior de la planta y dañarla.

El daño que causan los nematodos depende de las poblaciones que encuentren en el suelo. La presencia de los nematodos puede ser disimulada por factores tales como carencias nutricionales, avenamiento deficiente y enfermedades transmitidas por patógenos del suelo (Halil Elekcioglu).

Al alimentarse de la planta, los nematodos disminuyen el vigor de éstas y provocan lesiones, pudrición, deformación, agallas y nódulos en las raíces. Los cultivos infestados se ven disparejos, con grupos definidos de plantas afectadas por el enanismo.

Los nematodos parásitos de plantas son plagas de cultivos de importancia económica, las cuales se estima que causan pérdidas de alrededor del 10% de la producción agrícola mundial, lo cual representa un tercio de las pérdidas atribuidas a plagas y enfermedades (Whitehead, 1998). Las especies y géneros de nematodos encontrados en Zacapa son *Meloidogyne hapla*, *M. javanica*, *M. incognita*, *Xiphinema* sp, *Helicotylenchus* sp y *Pratylenchus* sp según reportes del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

El control biológico es amigable con el medio ambiente, también previene pérdidas en la producción en melón causadas por nematodos. Los nematodos forman parte del grupo de organismos que habitan en el suelo, ocupan el segundo lugar en términos de abundancia, sólo superados por los protozoos (Dowe, 1987).

Actualmente el manejo de nematodos se hace con biocidas y algunos insecticidas-nematicidas (sistémicos), aplicados al suelo los primeros y al suelo y follaje los segundos respectivamente; de estos el que presenta los mejores efectos es el Bromuro de Metilo, seguido por los otros biocidas e insecticidas-nematicidas con grandes diferencias entre ellos. El Bromuro de Metilo es un producto que cuestionado por varios factores, por ser un biocida mata todo lo que tiene vida en el suelo, su aplicación resulta muy peligrosa para todos los involucrados en su manejo, las cantidades que se usan por área son altas, más de 250 litros/hectárea y un alto porcentaje que estudian su comportamiento aducen que destruye la capa de ozono y la Organización para el Desarrollo de los países Industriales (ONUDI), lo tiene en su lista de productos peligrosos. Esta organización es la que rige la distribución y disminución de las cuotas asignadas a cada país; a cambio de estas políticas el ONUDI participa económicamente con las empresas que usan el

Bromuro de Metilo para investigar los sustitutos con tiempo de antelación a su eliminación de uso completo que esta para el año 2015.

La presente investigación es una opción en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), se evaluó como parte del método de control biológico; los biocontroladores para el control de nematodos, también es una opción para que los insumos de una empresa melonera disminuyan parcialmente y les resulta más rentable sus cosechas. El interés de este trabajo es el de reducir las poblaciones de nematodos en el suelo.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar el efecto de la aplicación de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum* sobre nematodos asociados al cultivo de melón, en Huité, Zacapa.

4.2 Específicos

Identificar géneros presentes en el cultivo de melón en suelo y raíz.

Cuantificar las poblaciones de nematodos en suelo y raíz bajo efecto de los agentes de control biológico evaluados.

Determinar el efecto de los agentes de control biológico, sobre el daño ocasionado por nematodos al cultivo de melón.

Determinar el rendimiento del cultivo de melón con calidad exportable, bajo efecto de los agentes de control biológico evaluados.

Establecer el tratamiento más rentable en la producción del cultivo de melón, por el efecto de los agentes de control biológico.

V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los agentes de control biológico disminuirá la población de nematodos en el cultivo de melón.

Al menos una concentración de conidias tendrá efecto sobre las poblaciones de nematodos en el cultivo de melón.

Al menos una combinación de un agente de control biológico y una concentración de conidias aplicada disminuirá las poblaciones de nematodos en el cultivo de melón.

VI. METODOLOGIA

6.1 Localización

La unidad experimental se ubico en la Empresa Agroexportadora Ayco Farms Guatemala, ubicado a 9 kilómetros del Municipio de Huité, del departamento de Zacapa, Huité se encuentra ubicado en las coordenadas 14° 55' 03" Latitud Norte y 89° 43' 02" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Su clima es cálido seco y su temperatura varía de 25 a 29.4 °C. Su zona de vida vegetal varía de tropical muy seca a sub-tropical seca y esto obedece a la variación de su altura ya que la cabecera municipal se encuentra a 320 metros sobre el nivel del mar; en tanto que las comunidades de la Oscurana, San Miguel, El Jute, El Guacamayo, Filo el Mecate, están a más de 800 a 1100 MSNM. La topografía es muy irregular, por lo que se presentan variaciones climáticas, de esta manera la temperatura del Municipio de Huité oscila entre 25 y 38 grados, según sea el mes del año (Aragón; Castañeda, 2002).

6.2 Material Experimental

6.2.1 Telone II

El fumigante de suelo Telone II es usado actualmente por varias empresas exportadoras de melón como una alternativa segura para el ambiente, y eficaz sobre el control de las principales plagas del suelo que atacan a los cultivos en Centro América. El producto Telone II cuenta con registro por parte de EPA (Agencia de Protección Ambiental) en más de 120 cultivos. Esta formulación se desarrollo enfocada en el control de nematodos fitoparasitos e insectos del suelo. Compuesto únicamente por 1,3-Dicloropropeno como ingrediente activo, provee el control de una amplia gama de nematodos y plagas del suelo. El 1,3-Dicloropropeno es aplicado en forma líquida. Una vez que entra en contacto con el suelo se gasifica, distribuyéndose vertical y horizontalmente a través del espacio

poroso. Finalmente, se disuelve en el agua absorbida a las partículas del suelo. (Dow AgroSciences).

6.2.2 Agroguard WG (*Trichoderma harzianum* cepa DSM 14944)

Según *Live Systems Technology S. A.* (2007), el producto Agroguard WG tiene como agente microbiano la cepa DSM 14944 del hongo *Trichoderma harzianum* en granulos dispersables 5×10^8 de Conidias del hongo *T. harzianum* por gramo de producto comercial. Modo de acción, AgroGuard actúa por competencia y antagonismo. El producto puede ser usado en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Integrado de Cultivos (MIC). Recomendaciones de uso; para control de enfermedades como *Fusarium oxysporum*, *Fusarium roseum*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium debaryanum*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia* s.p.

6.2.3 Mycotrol ES (*Beauveria bassiana* cepa GHA)

Según Tecnologías Naturales Internacional, (2011), el producto Mycotrol ES tiene como agente microbiano la cepa GHA del hongo *Beauveria bassiana* en suspensión concentrada 2.1×10^{13} conidias del hongo *B. bassiana* por mililitro de producto comercial. El producto puede mezclarse con Fungicidas Fosetil, Iprodione, Myclobutanil, Triadimefon, Clorotalonil, Captan. Recomendaciones de Uso; Cultivos Calabaza, Calabacita, Melón, Pepino y Sandía, plagas que controlan; Mosca blanca (*Bemisia*) y Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*).

6.3 Factores a estudiar

El Factor A corresponde al agente de control biológico (*Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum*) y el Factor B son las concentraciones de conidias utilizadas (baja, media y alta) que se aplicaron durante la ejecución del experimento, siendo un total de 8 tratamientos con 4 repeticiones, descritos en el

cuadro 3.

6.4 Descripción de los tratamientos

Cuadro 2. Tratamientos evaluados sobre los nematodos del suelo en el cultivo de melón variedad caribbean gold.

Tratamiento	Descripción	Dosis/Litro	Nombre comercial	Dosis de I. A. / ha	Dosis /ha
Tratamiento 1	Testigo absoluto	Sin dosis	Sin nombre	Sin dosis	Sin dosis
Tratamiento 2	Testigo relativo	1.13 L	Telone II	0.12	104 L
Tratamiento 3	<i>Beauveria bassiana</i>	70 ml	Mycotrol ES	1.49×10^{11}	6 L
Tratamiento 4		90 ml		1.89×10^{11}	8 L
Tratamiento 5		110 ml		2.31×10^{11}	10 L
Tratamiento 6	<i>Trichoderma</i>	80 gr	Agroguard WG	3.81×10^{12}	7 Kg
Tratamiento 7	<i>harzianum</i>	90 gr		4.29×10^{12}	8 Kg
Tratamiento 8		100 gr		4.77×10^{12}	9 Kg

Observación: En la dosis (concentración) de Ingrediente Activo / hectárea del testigo relativo es 0.12 gramos/ha, en las dosis (concentración) de I. A. / hectárea de Mycotrol ES y Agroguard WG son conidias viables de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum* respectivamente.

6.5 Diseño experimental

Se utilizó diseño de bloques completos al azar en el presente trabajo de investigación, además se realizó un arreglo factorial combinatorio 2x3 y para su análisis se utilizaron dos modelos estadísticos distintos.

6.6 Modelo estadístico

6.6.1 Modelo estadístico de covarianza para comparación con testigos

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \Omega X_{ij} + \beta_k + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta asociada a la ijk -ésima unidad experimental

μ = media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

Ω = parámetro desconocido que representa la tasa de cambio de Y frente al cambio unitario de X

X_{ij} = variable regresora o covariable (población inicial de nematodos)

β_k = efecto del k -ésimo bloque

e_{ijk} = error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental

6.6.2 Modelo estadístico de covarianza con arreglo combinatorio

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \Omega X_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = variable de respuesta asociada a la $ijkl$ -ésima unidad experimental

μ = media general

β_i = efecto del i -ésimo bloque

A_j = efecto del j -ésimo agente de control biológico

B_k = efecto de la k -ésima concentración

$(AB)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el j -ésimo agente de control biológico y la k -ésima concentración

Ω = parámetro desconocido que representa la tasa de cambio de Y frente al cambio unitario de X

X_{ijkl} = variable regresora o covariable (población inicial de nematodos)

6.9 Arreglo aleatorizado de los tratamientos

	Trat. 2	Trat. 4	Trat. 8	Trat. 1	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 3	Trat. 7
1er. Bloque	Area Neta							
	Trat. 6	Trat. 2	Trat. 7	Trat. 4	Trat. 1	Trat. 8	Trat. 5	Trat. 3
2do. Bloque	Area Neta							
	Trat. 8	Trat. 1	Trat. 6	Trat. 2	Trat. 5	Trat. 3	Trat. 7	Trat. 4
3er. Bloque	Area Neta							
	Trat. 3	Trat. 7	Trat. 1	Trat. 8	Trat. 2	Trat. 5	Trat. 4	Trat. 6
4to. Bloque	Area Neta							



Figura 2. Arreglo aleatorio de los tratamientos en la evaluación de dos agentes de control biológico sobre nematodos del suelo en el cultivo de melón variedad caribbean gold.

6.10 Manejo del experimento

6.10.1 Aplicación de productos al campo

A. Mycotrol ES (*Beauveria bassiana* cepa GHA)

Se realizaron tres aplicaciones por cada tratamiento durante el experimento, aplicando un producto comercial que contiene dicho hongo como ingrediente activo:

1. Primera aplicación: Se realizo al momento del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

2. Segunda aplicación: Se realizo a los 25 días después del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

3. Tercera aplicación: Se realizo a los 55 días después del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

B. Agroguard WG (*Trichoderma harzianum* cepa DSM 14944)

Se realizaron tres aplicaciones por cada tratamiento durante el experimento, aplicando un producto comercial que contiene dicho hongo como ingrediente activo:

1. Primera aplicación: Se realizo al momento del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

2. Segunda aplicación: Se realizo a los 25 días después del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

3. Tercera aplicación: Se realizo a los 55 días después del trasplante, aplicando las 3 dosis a sus respectivos tratamientos.

C. Telone II (1, 3 – Dicloropropeno)

Se realizo una sola aplicación por tratamiento durante el experimento, aplicando un producto comercial que contiene dicho ingrediente activo:

1. La aplicación se realizo dos semanas antes del trasplante con una dosis de 104 Litros.

Observación: Los productos comerciales biológicos que se aplicaron, variaron debido a su existencia, se aplicó otro producto comercial, pero con los mismos ingredientes activos y su aplicación fue la misma.

6.10.2 Manejo cultural del melón

A. Preparación del suelo

1. Subsolador: Se realizó para aflojar el suelo, la profundidad del subsolador es de 0.5 m, con la finalidad de romper las capas del suelo y dejarlo suelto.
2. Rastra liviana: Se realizó para que el suelo quede bien mullido y quitar terrones.
3. Surcador: Se realizó para hacer las camas, la distancia que se le da entre camas es de 1.80 m.
4. Bordeadora: Se realizó para levantar la cama, el levantamiento es de 10 a 15 cm.
5. Rotavator: Se realizó para pulir la cama, y luego el emplastado, se pasó 1 o 2 veces dependiendo de cómo quede de pulida la cama.
6. Emplastado: Se gradúo, por así decirlo, a lomo de tortuga. El candado fue de 10 a 15 cm en las orillas, para enterrar el agribon.

B. Trasplante

El pilón se trasplanta después de 14 a 16 días de la siembra en invernadero, el tamaño del pilón fue de 10 a 12 cm. Se fumigó con actara (Thiametoxan) utilizando bomba de mochila, en dosis de una copa de 25 cc por bomba.

C. Riego

El primer riego se realizo 3 días antes del trasplante, de una duración de 30 horas. El segundo riego se realizo el día del trasplante, después sembrar los pilones, de una duración de 8 horas. El tercer riego se hizo a los 15 días después del trasplante, de una duración de 10 horas. Y después se realizaron riegos con un intervalo de 5 días, de una duración de 12 horas cada intervalo, hasta la cosecha.

D. Poda

A los 35-40 DDT se realiza el corte de guías, consiste en eliminar las puntas de las guías con dos cuchillas por surco en una barra halada por tractor, evitando que la planta siga nutriendo material vegetativo y este sea dirigido a los frutos con destino a exportación; además se practica otro tipo poda que consiste en eliminar los frutos mal formados, pequeños, golpes, u otros defectos con tendencia a descartarse para exportación, dejando los frutos que muestran desarrollo normal.

E. Fertilización

El programa de fertilización se hizo con base a análisis de suelo y requerimientos del material, de acuerdo a los resultados se determinó el complemento necesario de macro-nutrientes y micro-nutrientes.

F. Control de malezas

Antes del trasplante, en la cama con plástico se aprovecha el efecto del biocida, en los surcos se aplican pre-emergentes y post-emergentes de acuerdo al tamaño de la maleza, después del trasplante se usan herbicidas para el control de malezas en los surcos; esto se hace durante el periodo de invierno. En la segunda etapa se aplica un quemante para malezas en los surcos.

G. Control de Plagas

El control de plagas de insectos se realizó de acuerdo a monitoreos durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo de melón, considerando Umbrales Económicos; para el caso de hongos y bacterias se hizo preventivamente, considerando condiciones ambientales favorables para su desarrollo o al aparecer los primeros síntomas. En el anexo 8 se hace referencia de las plagas de importancia económica del cultivo de melón y su control.

Las aplicaciones foliares se hicieron con aspersor tipo jacto de tres puntos de acople, con un ventilador que impulsa corrientes de aire para una mejor cobertura. El biocida se aplicó con un aplicador acoplado al sistema de emplastado con 6 a 10 boquillas de cono con orificios calibrados para regular la descarga del biocida a través de mangueras de polietileno que lo conducen a las navajas inyectoras y una vez realizado el trasplante algunos plaguicidas se aplicaron a través del sistema de riego por goteo.

H. Cosecha

La cosecha se realizó durante 3 días como promedio a partir de los 60 a 65 días después del trasplante, en el corte se deja una parte del pedúnculo adherido al fruto, lo suficientemente largo para que pueda ser recortado y luzca fresco posteriormente. Además se debe tener mucho cuidado en la cosecha ya que la piel se daña fácilmente.

La madurez se determinó por los cosechadores observando la parte de abajo, en la zona en contacto con el suelo, porque esta zona presenta una coloración amarilla. La aplicación de reguladores de crecimiento la cosecha se puede adelantar 3 días o más, es decir, a los 61 días o antes se debe cosechar, porque al pasarse el tiempo la coloración amarilla en la parte de abajo se hace

más fuerte, y esto puede afectar la madurez al momento de la entrega, ya que tarda aproximadamente 8 días en llegar a su destino, y cuando llega a su destino la fruta presenta sobre madurez. El principal parámetro para determinar el corte es la indicación en la información sobre el híbrido (días a cosecha).

6.11 Variables de respuesta

6.11.1 Identificación y cuantificación de géneros de nematodos

Se identificaron los géneros de nematodos encontrados en la muestra de suelo inicial, siendo comparados y cuantificados en la muestra de suelo final.

6.11.2 Población de nematodos en suelo y raíces por género

A. Población inicial y final de nematodos en suelo del género *Helicotylenchus* sp y *Rotylenchulus* sp

Se realizaron dos análisis de suelo para determinar el número de Nematodos en 100 centímetros cúbicos de suelo por género, el primero antes de realizar trasplante y el segundo a los 62 días después del trasplante, ambos para cada tratamiento, se sacaron 32 muestras de suelos a una profundidad de 40 centímetros cada muestra, y se verificó en cada tratamiento infestación de Nematodos. La muestra inicial y final fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Protección Vegetal del Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

B. Población de nematodos en raíces por género

Se realizó un análisis de las raíces del cultivo de melón a los 62 días después del trasplante para determinar la población de nematodos por género en raíces, se enviaron 32 muestras de raíces de melón (5 raíces por muestra) al laboratorio BioScience para un análisis fitopatológico.

6.11.3 Daño de raíces

El daño de raíces por nematodos se evaluó en porcentaje de raíces dañadas, basados en los resultados del análisis fitopatológico de raíces a los 62 días después del trasplante, con el fin de determinar: agallas, lesiones necróticas, pudrición, es decir, daño directo e indirecto de nematodos.

6.11.4 Rendimiento de exportación y de rechazo del cultivo de melón

El rendimiento fue evaluado en kg/ha. Tomando en cuenta que el nematodo debilita la planta, tanto de forma directa ocasionando una muerte súbita en la misma por la formación de agallas y lesiones necróticas en la raíz por las hembras del género *Meloidogyne* sp, como de forma indirecta ocasionado por el ingreso de otros patógenos (hongos y bacterias) por las lesiones provocadas por los nematodos en la raíz. Se tomo en cuenta el rendimiento en kilos para exportación y kilos de rechazo (mercado nacional).

6.12 Análisis de la información

6.12.1 Análisis estadístico

Se hizo un análisis de covarianza a $P < 0.05$ y 0.01 , para las variables: población inicial y final de nematodos del género *Helicotylenchus* sp y *Rotylenchulus* sp, tomándose como covariable la Población Inicial de cada uno de los dos géneros de nematodos y se utilizo el programa estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FUANL) versión 2.0 (Olivares Sáenz, Emilio. 1990).

6.12.2 Análisis económico

A. Presupuesto parcial

En el presupuesto parcial se incluyen las partidas de ingresos y costos variables. El resultado final está representado por una estimación de las pérdidas o ganancias de los ingresos netos.

Fórmula del presupuesto parcial:

$$IN = IB - TCV$$

Donde:

IN = Ingreso Neto = Costos Totales (CT) - Ingreso Total (IT).

IB = Ingreso Bruto

TCV = Total Costos Variables

B. Análisis de dominancia y Tasa marginal de retorno

El análisis de dominancia es obtenido para cada uno de los tratamientos evaluados, presenta una lista ordenada de acuerdo al total de los costos variables, donde se presentan los costos más bajos y los costos más altos. La Tasa Marginal de Retorno es una medida del ingreso neto dividido por el capital que se invierte.

La fórmula de la tasa de retorno es:

$$TMR = \frac{\Delta IN}{\Delta TCV} \times 100$$

Dónde:

TMR = Tasa Marginal de Retorno

ΔIN = Diferencia en los Ingresos Netos

ΔTCV = Diferencia en el Total de los Costos Variables

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Identificación y cuantificación de géneros de nematodos

Se identificaron dos géneros, *Helicotylenchus* sp (nematodo espiral) y *Rotylenchulus* sp (nematodo reniforme), en las dos muestras de suelo (anexo 3 y 4) enviadas al Laboratorio de Suelos y Protección Vegetal del Centro Universitario de Oriente (CUNORI). Se cuantificaron los géneros, y se muestra el promedio de nematodos en 100 centímetros cúbicos de suelo (cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Cuantificación de nematodos del género *Helicotylenchus* sp en 100 cc de suelo.

Tratamientos/Bloques		I ¹	II	III	IV	Media Inicial ²	Media Final				
Testigo Absoluto	1 (Nada)	19	28	21	37	21	26	24	45	21.25	34.00
	Testigo Relativo	2 (104 L)	16	2	14	13	11	8	11	7	13.00
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	20	14	21	12	22	14	17	19	20.00	14.75
	4 (90 ml)	16	4	10	14	12	5	13	5	12.75	10.75
	5 (110 ml)	12	14	19	11	18	9	22	10	17.75	8.00
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	21	5	20	2	22	14	20	5	20.75	6.50
	7 (90 gr)	9	6	10	11	10	10	7	12	9.00	9.75
	8 (100 gr)	23	16	21	2	13	20	25	5	20.50	10.75

¹ La primera columna de cada bloque es la población inicial de nematodos y la segunda columna de cada bloque es la población final de nematodos.

² La media inicial es la media de la población inicial de nematodos por cada uno de los tratamientos y la media final es la media de la población final de nematodos por cada uno de los tratamientos.

Cuadro 4. Cuantificación de nematodos del género *Rotylenchulus* sp en 100 cc de suelo.

Tratamientos/Bloques		I	II	III	IV	Media Inicial	Media Final				
Testigo Absoluto	1 (Nada)	16	12	18	23	15	14	16	40	16.25	22.25
Testigo Relativo	2 (104 L)	21	3	19	16	23	22	27	13	22.50	13.50
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	13	17	9	17	12	12	14	9	12.00	13.75
	4 (90 ml)	16	1	20	15	20	5	18	13	18.50	7.50
<i>Trichoderma harzianum</i>	5 (110 ml)	21	6	12	9	15	13	8	13	14.00	10.50
	6 (80 gr)	10	5	12	3	8	8	13	4	10.75	5.00
	7 (90 gr)	22	16	20	8	22	18	23	8	21.75	12.50
	8 (100 gr)	8	4	9	5	18	10	7	5	10.50	6.00

7.2 Población de nematodos en suelo y raíces por género

7.2.1 Población inicial y final de nematodos en suelo del género *Helicotylenchus* sp y *Rotylenchulus* sp

En el análisis de covarianza de la población inicial y final de nematodos del género *Helicotylenchus* sp (cuadro 3), tomándose como covariable la Población Inicial de cada uno de los géneros, se muestran diferencias significativas en: la Covariable al 5% y en el Factor B (concentración baja, media y alta) al 5% y 1%, esto indica que por el efecto de la covariable como base en dicho análisis, una de las dos variables y una de las 3 concentraciones se comporta diferente. Los datos son muy confiables, pues el coeficiente de variación para la unidad experimental fue de 18.02 % (cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de covarianza para la población final del género *Helicotylenchus* sp.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F Calculada	Significancia		F Tabulada	
					5%	1%	5%	1%
Covariable	1	44.891651	44.891651	4.9011	*	NS	4.600	8.862
Bloques	3	1.598676	0.532892	0.0582	NS	NS	3.344	5.564
Factor A	1	3.031765	3.031765	0.3310	NS	NS	4.600	8.862
Factor B	2	470.105469	235.052735	25.6621	****	****	3.739	6.515
Interacción	2	35.084747	17.542374	1.9152	NS	NS	3.739	6.515
Error	14	128.233353	9.159525					
Total	23	682.945661						

En el Cuadro 6, se pueden observar los resultados de la prueba de medias, Diferencias Mínimas Significativas ($P < 0.05$ y 0.01) y según los resultados de la prueba se obtuvieron diferencias significativas en la concentración media al 5% y 1%, esto indica que la concentración media presento menor población y las concentraciones alta y baja mayor población y además no se observaron diferencias significativas entre ellas, debido a que ambas concentraciones tienen casi la misma población y la diferencia entre ellas es poca.

Cuadro 6. Prueba de medias para la población final del género *Helicotylenchus* sp.

FACTOR B	MEDIAS AJUSTADAS	Al 5%	A 1%
Concentración baja	20.6001	A	A
Concentración alta	19.4345	A	A
Concentración media	10.3404	B	B

En el análisis de covarianza de la población inicial y final de nematodos del género *Rotylenchulus* sp (cuadro 4), tomándose como covariable la Población Inicial de cada uno de los géneros, se muestra diferencias significativas en: el Factor B (concentración baja, media y alta) al 5% y 1%, esto indica que por el efecto de la covariable como base en dicho análisis, una de las 3 concentraciones se comporta

diferente. Los datos son muy confiables, pues el coeficiente de variación para la unidad experimental fue de 25.38 % (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de covarianza para la población final del género *Rotylenchulus* sp.

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F Calculada	Significancia		F Tabulada	
					5%	1%	5%	1%
Covariable	1	0.860194	0.860194	0.0628	NS	NS	4.600	8.862
Bloques	3	19.632608	6.544203	0.4777	NS	NS	3.344	5.564
Factor A	1	2.216672	2.216672	0.1618	NS	NS	4.600	8.862
Factor B	2	362.475586	181.237793	13.2286	***	***	3.739	6.515
Interacción	2	42.268574	21.134287	1.5426	NS	NS	3.739	6.515
Error	14	191.806305	13.700450					
Total	23	619.259939						

En el Cuadro 8, se pueden observar los resultados de la prueba de medias, Diferencias Mínimas Significativas ($P < 0.05$ y 0.01) y según los resultados en la prueba se obtuvieron diferencias significativas en las concentraciones baja y alta al 5% y 1%, esto indica que las concentraciones baja y alta presentaron menor población y a la concentración media mayor población y además se observó que las concentraciones baja y alta no tienen diferencias significativas entre ellas, ambas concentraciones tienen casi la misma población y la diferencia es poca entre ambas.

Cuadro 8. Prueba de medias para la población final del género *Rotylenchulus* sp.

FACTOR B	MEDIAS AJUSTADAS	AI 5%	AI 1%
Concentración media	20.1871	A	A
Concentración alta	12.1857	B	B
Concentración baja	11.3772	B	B

7.2.2 Población de nematodos en raíces por género

No se reporto presencia de nematodos del género *Meloidogyne* (nematodo agallador) y *Rotylenchulus* sp (nematodo reniforme) en las muestras raíces enviadas al laboratorio BioSciences (anexo 5), por lo tanto no se presentaron agallas ni lesiones en las raíces del cultivo de melón causadas por nematodos (cuadro 9).

Cuadro 9. Población de nematodos en raíces.

Géneros identificados	Población en raíces
<i>Rotylenchulus</i> sp.	0

7.3 Daño de raíces

El porcentaje de daño de raíces en el cultivo de melón no fue causado directamente por nematodos, sino por la asociación de nematodos con otros patógenos del suelo, en este caso la asociación fue con *Monosporascus cannonballus*, este patógeno provoco la pudrición radical (anexo 5), es decir, no se presentaron daños por nematodos. El análisis de varianza para los datos del porcentaje de daño en las raíces (anexo 11) no se realizo por que la pudrición radicular no fue causada directamente por nematodos.

En el cuadro 10, observamos que en las medias del porcentaje de daño de raíces fue menor la del testigo relativo (tratamiento con Telone) en comparación con el testigo absoluto (tratamiento sin aplicación), esto indica que el tratamiento con Telone fue el mejor, ya que presento un menor porcentaje de daño de raíces en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 10. Tabla de medias para el porcentaje de daño de raíces del estudio realizado.

TRATAMIENTOS	MEDIA
Testigo absoluto	49.801
Testigo relativo	12.75

En el cuadro 11, se observa que en las medias del porcentaje de daño de raíces fue menor la media de la concentración baja del hongo *Trichoderma* en comparación con el resto de las medias, esto indica que el tratamiento con la concentración baja de *Trichoderma* fue mejor, ya que presentó un menor porcentaje de daño de raíces en comparación con el resto de los tratamientos evaluados.

Cuadro 11. Tabla de medias para el porcentaje de daño de raíces del estudio realizado.

FACTOR B				
FACTOR A	C. Baja	C. Media	C. Alta	MEDIA
<i>Beauveria</i>	14.225	11.675	13.00	12.9667
<i>Trichoderma</i>	7.25	13.75	12.50	11.1667
MEDIA	10.7375	12.7125	12.75	12.0667

7.4 Rendimiento de exportación y rechazo del cultivo de melón

El análisis de varianza para los datos de rendimiento de exportación en kg/ha del cultivo de melón (anexo 12) no se realizó por que los rendimientos están relacionados con la pudrición radicular.

En el cuadro 12, se observa que en las medias del rendimiento de exportación del melón fue mayor la media del testigo relativo (tratamiento con telone) en comparación con el testigo absoluto (tratamiento sin aplicación), esto indica que el

tratamiento con Telone fue mejor, ya que presento un mayor rendimiento de exportación en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 12. Tabla de medias para el rendimiento de exportación en kg/ha del estudio realizado

TRATAMIENTOS	MEDIA
Testigo absoluto	8,480.75
Testigo relativo	18,841.25

En el cuadro 13, se observa que en las medias del rendimiento de exportación del melón fue mayor la media del agente de control biológico *Trichoderma*, la concentración alta y la media de la concentración baja en comparación con el resto de las medias, esto indica que los tratamiento con las concentraciones baja y alta de *Trichoderma* (ambas con este hongo) fueron mejores, ya que presentaron un mayor rendimiento de en comparación con el resto de los tratamientos evaluados.

Cuadro 13. Tabla de medias para el rendimiento de exportación en kg/ha del estudio realizado.

FACTOR B				
FACTOR A	C. Baja	C. Media	C. Alta	MEDIA
<i>Beauveria</i>	16565.50	20800.00	17722.00	18362.50
<i>Trichoderma</i>	22553.50	17143.75	21676.75	20458.00
MEDIA	19559.50	18971.875	19699.375	19410.25

El análisis de varianza para los datos de rendimiento de rechazo en kg/ha del cultivo de melón (anexo 13) no se realizó por que los rendimientos están relacionados con la pudrición radicular.

En el cuadro 14, se observa que en las medias del rendimiento de rechazo del melón el tratamiento con Telone en comparación con el testigo absoluto (tratamiento sin aplicación), muestra menores cantidades de rechazo. Esto indica

que el tratamiento con Telone fue el mejor, ya que presentó un menor rendimiento de rechazo en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 14. Tabla de medias para el rendimiento de rechazo en kg/ha del estudio realizado.

TRATAMIENTOS	MEDIA
Testigo absoluto	12,799.50
Testigo relativo	2,374.00

En el cuadro 15, se observa que en las medias del rendimiento de rechazo del melón la menor media la obtuvo el agente de control biológico *Trichoderma*, en las concentraciones baja y alta en comparación con el resto de las medias, podría decirse entonces que los tratamientos con las concentraciones baja y alta de *Trichoderma* fueron mejores, ya que presentaron un menor rendimiento de rechazo en comparación con el resto de los tratamientos evaluados.

Cuadro 15. Tabla de medias para el rendimiento de rechazo en kg/ha del estudio realizado.

FACTOR B				
FACTOR A	D. Bajas	D. Medias	D. Altas	MEDIA
<i>Beauveria</i>	3600.00	2266.75	2987.00	2951.25
<i>Trichoderma</i>	1123.50	3432.50	1809.75	2121.9167
MEDIA	2361.75	2849.625	2398.375	2536.5833

7.5 Presupuesto Parcial

Se presenta la estructura del presupuesto parcial para cada uno de los ocho tratamientos que se evaluaron en la presente investigación. Se presentan los rendimientos promedios de todos los tratamientos en cajas/ha. El precio de mercado para el melón fue de Q. 63.00 por caja. Los costos variables lo integran las diferencias de costos entre los tipos de plaguicidas y el costo de la mano de obra de aplicación del plaguicida (cuadro 16).

En el ensayo se observó que los mayores ingresos netos se obtuvieron en los tratamientos 6, 8 y 4 (3.81×10^{12} y 4.77×10^{12} de *T. harzianum* y 1.89×10^{11} de *B. bassiana* respectivamente), pero no todos fueron de bajo costo, también se observó que los costos más altos pertenecen al tratamiento químico.

Cuadro 16. Presupuesto parcial del cultivo de melón.

Concepto	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento en cajas/ha	1,370.00	1,720.00	1,417.75	1,792.50	1,558.25	2,202.25	1,465.50	1,865.00
Precio Q 63 por caja								
Ingreso bruto	86,310.00	108,360.00	89,318.25	112,927.50	98,169.75	138,741.75	92,326.50	117,495.00
Costos variables								
104 litros de Telone		59,530.64						
Mano de obra/aplicar		189.00						
1.49×10^{11} <i>Beauveria</i>			3300.00					
1.89×10^{11} <i>Beauveria</i>				4400.00				
2.31×10^{11} <i>Beauveria</i>					5500.00			
Mano de obra/aplicar			504.00	441.00	378.00			
3.81×10^{12} <i>Trichoderma</i>						4666.67		
4.29×10^{12} <i>Trichoderma</i>							5333.33	
4.77×10^{12} <i>Trichoderma</i>								6000.00
Mano de obra/aplicar						756.00	630.00	693.00
Testigo absoluto	0.00							
Total costos variables	0.00	59,719.64	3804.00	4841.00	5878.00	5422.67	5963.33	6693.00
Ingreso neto	86,310.00	48,640.36	85,514.25	108,086.50	92,291.75	133,319.08	86,363.17	110,802.00

7.5.2 Análisis de dominancia y Tasa marginal de retorno

El análisis de dominancia y tasa marginal de retorno (TMR), obtenida para cada uno de los tratamientos evaluados, presenta una lista donde se aprecia que los costos más bajos corresponden a los agentes de control biológicos, y los costos

más altos corresponden a la aplicación del tratamiento químico. La tasa marginal de retorno se calcula dividiendo el cambio en el ingreso neto entre el cambio de los costos variables de un tratamiento a otro, en este caso se observa que la mayoría de los tratamientos obtuvieron una buena tasa marginal de retorno, excepto el tratamiento químico.

Se observa que los tratamientos con mejor ingreso neto fueron: tratamientos 6, 8 y 4 (3.81×10^{12} y 4.77×10^{12} de *T. harzianum* y 1.89×10^{11} de *B. bassiana* respectivamente) presentan un mejor ingreso neto, el resto de los tratamientos se consideran dominados, superando el ingreso neto obtenido con el tratamiento químico (cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis de dominancia y Tasa marginal de retorno.

Tratamientos	Total costos variables	Ingreso neto	Dominancia	Tasa marginal de retorno
1 Testigo Absoluto	Q 0.00	Q 86,310.00	Tratamiento Dominante	
3 6 L/ha de Mycotrol ES	Q 3804.00	Q 85,514.25	Tratamiento Dominado	-0.21
4 8 L/ha de Mycotrol ES	Q 4841.00	Q108,086.50	Tratamiento Dominante	21.77
6 7 Kg/ha de Agroguard WG	Q 5422.67	Q133,319.08	Tratamiento Dominante	43.38
5 10 L/ha de Mycotrol ES	Q 5878.00	Q 92,291.08	Tratamiento Dominado	-90.10
7 8 Kg/ha de Agroguard WG	Q 5963.33	Q 86,363.17	Tratamiento Dominado	-69.48
8 9 Kg/ha de Agroguard WG	Q 6693.00	Q110,802.00	Tratamiento Dominante	34.49
2 104 litros/ha de Telone II	Q 59,719.64	Q 48,640.36	Tratamiento Dominado	-1.17

VIII. CONCLUSIONES

Según la población de nematodos en suelo, por el efecto de uno de los dos agentes de control biológico, el tratamiento 6 (3.81×10^{12} de *T. harzianum*, concentración baja) y tratamiento 8 (4.77×10^{12} de *T. harzianum*, concentración alta) disminuyeron la población final de nematodos con respecto a los resultados con el tratamiento químico.

Según los resultados se determinó que el daño en la raíz (pudrición radicular) no fue causado directamente por nematodos, sino que los daños fueron provocados por el hongo *Monosporascus cannonballus*.

El mejor rendimiento en el cultivo de melón, por el efecto de uno de los dos agentes de control biológico, se obtuvo con los tratamientos: 6 (3.81×10^{12} de *T. harzianum*, concentración baja) y 8 (4.77×10^{12} de *T. harzianum*, concentración alta) con una media de 22553.50 kg/ha y 21676.75 kg/ha de producto para exportación respectivamente, comparado con lo obtenido del tratamiento químico, que fue de 18841.25 Kg/ha.

Según los resultados del análisis económico, el tratamiento 6 (3.81×10^{12} de *T. harzianum*, concentración baja) muestra el mejor ingreso neto y la mejor Tasa Marginal de Retorno, debido a que los costos variables son bajos y el beneficio neto es alto, es decir, que es el mejor tratamiento económicamente.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de *Trichoderma harzianum* a concentración de 3.81×10^{12} conidias del hongo en drench para el control de nematodos asociados al cultivo de melón.

Se recomienda seguir investigando el uso de los agentes de control biológico como opción alternativa sobre hongos asociados al cultivo de melón, dados los resultados de daño radicular por *Monosporascus cannonballus* en la presente investigación.

Se recomienda seguir realizando investigaciones con los agentes de control biológico, buscando otros agentes de control biológico y evaluando distintas concentraciones de los mismos para el control de los nematodos fitoparasitos del cultivo de melón.

X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Adrian Guzman. (2011). Importancia de los nematodos espiral, *helicotylenchus multincinctus* (cobb) golden y *h. dihystra* (cobb) sher, en banano y plátano (en línea). Consultado 5 junio 2013. Disponible en [http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19\(2\) 3.pdf](http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19(2) 3.pdf)
- Altieri, M.A., J. Trujillo, L. Campos, C. Klein-Koch, C.S. Gold y J. R. Quezada, 1989. El control biológico clásico en américa Latina en su contexto histórico. Manejo Integrado de Plagas, 12: 82-107. UNIVERSITY OF CALIFORNIA, USA.
- Bissett, J. 1991. A revision of the genus *Trichoderma*.spp.,Infragenericclassification. *Canadian Journal of Botany*, 69: 2357-2372.
- Castle, A, D. Speranzini, N. Rghei, G. Alm, D. Rinker and J. Bissett. 1998. Morphological and Molecular Identification of *Trichoderma* Isolates on North American Mushroom Farms, *Applied Environ Microbiol* 64(1): 133–137.
- Chen, X., C. P. Romaine, M. D. Ospina-Giraldo y D. J. Royse.1999. Apolyrnerase chain reactian-based test for the identification of *Trichoctermaharzianum* biotypes 2 and 4, responsible for the worldwide green mould epidemic in cultivated *Agaricusbisporus*. *Applied Microbiol Biotechnol*. 51: 572-578.
- Dalmert Cano. (2011). Estrategias de control biológico (en línea). Consultado 3 junio 2013. Disponible en <http://controlbiologicoperu.blogspot.com/>
- De Bach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 399 p.

FAO. (2006). Melón (*Cucumis melo* L.) (en línea). Consultado 4 junio 2013. Disponible en http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/melon.htm

Fletcher, J. T., P. F. White and R. H. Gaze. 1986. Champiñones: control de las enfermedades y plagas. Acribia S.A. Zaragoza, España. 159 pp.

Fortuner, R., Geraert, E., Luc, M., Maggenti, A. R. & Rask, D. J. 1987. A reappraisal of Tylenchina (Nemata). 8. The family Hoplolaimidae Filip'ev, 1934. Revue Nématol. 10 (2): 219-232.

Fortuner, R. 1991. Manual of Agricultural Nematology. The Hoplolaiminae. In: Nickle, W.R. (ed). Marcel Dekker, New York, pp.669-720.

G. Esparrago; A. Novas. (1997). Agricultura revista agropecuaria (en línea). Consultado 2 mayo 2011. Disponible en http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri%2F_Agri_1997_774_71_75.pdf

GAMARRO, URÍAS. (2010). Abre segundo ciclo del melón. Prensa Libre, Guatemala, GT. Nov 18: 22.

Guilcapi P. (2009) Efecto de *trichoderma harzianum* y *trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arábica*) variedad caturra a nivel de vivero. Consultado 5 mayo 2011. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627GUILCAPI%20DANILO.pdf>

Hermosa, M. R., E. A. Iturriaga; J. M., Díaz-Minguez, C. Castro, E. Monte and J. M. García Acha. 2000. Molecular characterization and identification of

http://www.bam.com.co/admin_internas/fichas/LST/A/AGROGUARD.doc

Morales, Ingrid. (2009). DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO, POTENCIALIDADES PRODUCTIVAS Y PROPUESTAS DE INVERSIÓN (en línea). Consultado 6 junio 2014. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0701_v4.pdf

Paola. (2007). Factor económico del departamento de Zacapa (en línea). Zacapa, GT. Consultado 8 junio 2014. Disponible en <http://paolatol.blogspot.com/2007/10/factores-economicos-de-guatemala.html>

Pérez Consuegra, Nilda. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Cuba 296 p.

Pérez, Nilda; L.L. Vázquez, 2001. Manejo ecológico de Plagas. P 191-224. En: F. Funes; L. García; M. Bourke; Nilda Pérez; P. Rosset (eds), Transformando el campo cubano: Avances de Agricultura sostenible. ACTAF-CEAS-FoodFirst. La Habana, Cuba.

Rodriguez del Bosque, L.A. 1991. Teoría y bases ecológicas del control biológico, pp. 6-19, In: L.A.

SIDDIQI M.R. 2000. Tylenchida: Parasites of plants and insects. CAB International, UK. 833 p.

Tecnologías Naturales Internacional, (2011). Mycotrol ES (en línea). Consultado 13 junio 2013. Disponible en <http://www.bactiva.com/images/fichas%20tecnicas/Ficha%20técnica%20Mycotrol%20ES.pdf>

Universidad del Valle de Guatemala. Carlos Asturias, Luis de León y María Samayoa. (2012). Productos microbianos para el control de plagas (en línea). Consultado 5 junio 2013. Disponible en http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-19/Art2_productos_microbianos.pdf

XI. ANEXOS

Zacapa 11/10/2012

Víctor Hugo Acevedo Paiz.
Estudiante de la Universidad
Rafael Landívar.
Zacapa.

Por este medio le informo a usted que la empresa exportadora Ayco Farms decidió apoyarlo con el experimento de su tesis, cumpliendo con lo planteado en su trabajo de investigación, le apoyaremos con uno de nuestros campos, con las actividades que el cultivo del melón requiere. Una de las actividades más importante es no aplicar biocidas antes de la siembra en determinados tratamientos a evaluar, sino los productos biológicos requeridos para su experimento.

Atentamente,



Notificado



Empresa Ayco Farms
Exportadora de hortalizas.

AYCO FARMS GUATEMALA S.A.
Aldea San José Finca Vega Larga
Teculután, Zacapa
AYCO FARMS GUATEMALA
SOCIEDAD ANONIMA
Tel: 7873-2929

Anexo 2. Segunda notificación de la empresa Agroexportadora Ayco Farms

Zacapa 01/11/2012

Víctor Hugo Acevedo Paiz.
Estudiante de la Universidad
Rafael Landívar.
Zacapa.

Por este medio le informo que por cuestiones del mercado de Estados Unidos, que pidió un cambio en las exportaciones de melón, por haber mayor demanda de melón harper, entonces la empresa exportadora Ayco Farms decidió cambiar el tipo de melón a sembrar y en el campo donde se utilizaría melón honey se cambiará a melón harper.

Atentamente,



Notificado



Empresa Ayco Farms
Exportadora de hortalizas.

AYCO FARMS GUATEMALA S.A.
Aldea San José Finca Vega Larga
Teculután, Zacapa
AYCO FARMS GUATEMALA
SOCIEDAD ANONIMA
Tel.: 7873-2929

Anexo 3. Primer informe de laboratorio de suelo del cultivo de melón caribbean
gold



Chiquimula 03 de Agosto del 2012

Señor
Víctor Hugo Acevedo Paiz
Ayco Farms
San José Teculután, Zacapa
Presente.

Estimado Sr. Acevedo:

Atentamente me permito informarle que las muestras de suelo presentadas a este laboratorio para realizarles análisis de nematodos, procedentes de la finca El Chaparral 1, ubicada en San José Teculután, Zacapa, reportaron presencia diversa en sus poblaciones, lo cual puede observarse en la tabla 1 del presente informe, los géneros reportados son *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus*. En la tabla se especifica la necesidad de la implementación inmediata de una medida de control de lo contrario su presencia y reproducción pueden causar una disminución significativa en el rendimiento del cultivo.

Los resultados obtenidos en las diferentes muestras se presentan a continuación:

Tabla 1. CUANTIFICACIÓN INICIAL DE NEMATODOS

Tratamiento	Nematodos/CC (<i>Helicotylenchus</i>)	Nematodos/CC (<i>Rotylenchulus</i>)	Total de Nematodos/CC	Requiere control inmediato
T1	9	22	31	SI
T2	21	9	30	SI
T3	12	20	32	SI
T4	20	13	33	SI
T5	13	18	31	SI
T6	10	22	32	SI
T7	19	12	31	SI
T8	20	13	33	SI

T9	21	10	31	SI
T10	21	9	30	SI
T11	22	12	34	SI
T12	22	8	30	SI
T13	11	27	38	SI
T14	18	15	33	SI
T15	21	18	39	SI
T16	12	21	33	SI
T17	19	16	35	SI
T18	10	20	30	SI
T19	11	23	34	SI
T20	25	7	32	SI
T21	24	16	40	SI
T22	22	8	30	SI
T23	10	20	30	SI
T24	23	8	31	SI
T25	16	16	32	SI
T26	14	19	33	SI
T27	21	15	36	SI
T28	7	23	30	SI
T29	17	14	31	SI
T30	13	18	31	SI
T31	20	12	32	SI
T32	16	21	37	SI

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Rodolfo A. Chicas Soto
Coord. De Laboratorio



Anexo 4. Segundo informe de laboratorio de suelo del cultivo de melón caribbean gold



Chiquimula 16 de Enero del 2013

Señor
Víctor Hugo Acevedo Paiz
Ayco Farms
San José Teculután, Zacapa
Presente.

Estimado Sr. Acevedo:

Atentamente me permito informarle que las muestras de suelo presentadas a este laboratorio para realizarles análisis de nematodos, procedentes de la finca El Chaparral 1, ubicada en San José Teculután, Zacapa, reportaron presencia diversa en sus poblaciones, lo cual puede observarse en la tabla 2 del presente informe, los géneros reportados son *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus*.

Es importante considerar el agua utilizada en los sistemas de riego, porque son un medio que permite la diseminación de tales microorganismos.

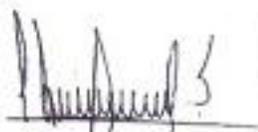
Los resultados obtenidos en las diferentes muestras se presentan a continuación:

Tabla 2. CUANTIFICACIÓN FINAL DE NEMATODOS

Tratamiento	Nematodos/CC (<i>Helicotylenchus</i>)	Nematodos/CC (<i>Rotylenchulus</i>)	Total de Nematodos/CC
T1	6	16	22
T2	12	17	29
T3	14	15	29
T4	14	4	9
T5	5	13	18
T6	10	18	28
T7	11	9	20
T8	14	17	31

T9	5	5	10
T10	2	5	7
T11	14	12	26
T12	10	13	23
T13	7	13	20
T14	9	13	22
T15	26	14	40
T16	14	6	20
T17	28	12	40
T18	5	5	10
T19	8	22	30
T20	5	5	10
T21	45	40	85
T22	14	8	22
T23	11	8	19
T24	16	4	20
T25	4	1	5
T26	13	16	29
T27	37	23	60
T28	12	8	20
T29	19	9	28
T30	20	10	30
T31	2	3	5
T32	2	3	5

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Rodolfo A. Chicas Soto
Coord. De Laboratorio



BioScience

SERVICIOS INTEGRALES

INFORME DE LABORATORIO

Referencia 014-FAVR	Fecha de Ingreso 08/01/2013	Fecha de Reporte 10/01/2013	Análisis Solicitado Fitopatología
Cultivo: Melon Harper	Procedencia Ayco, Rio H.	Empresa URL	Interesado Hugo Paiz

RESULTADOS CARACTERISTICAS Y OBSERVACIONES: 32 MUESTRAS DE RAICES DE MELON CARIBBEAN GOLD: AGENTE CAUSAL DETERMINADO

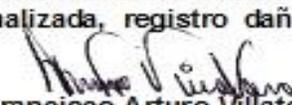
En esta evaluación, las muestras no registraron daños ni agallas causados por nematodos del suelo.

Los síntomas de pudrición radicular son causados por el hongo *Monosporascus cannonballus* según cuadro adjunto. (Adjunto fotos de 4 tratamientos en orden de las muestras)

EVALUACION DE PRODUCTOS ORGANICOS EN MELON CARIBBEAN GOLD TEMPORADA 2012-2013						
FECHA DE TRASPLANTE:		martes, 06 de noviembre de 2012				
UBICACIÓN:		AYCO, CHAPARRAL 1, TURNO 7				
FECHA DE LECTURA		martes 08 de enero de 2013				
MUESTRA	Repeticiones	Peso Total	Peso Dañado	% Daño (raiz podrida)	Peso/No. Agallas	% Agallas en raíz
1	1	112	87	77.7	0.0	0.0
2	1	126	23	18.0	0.0	0.0
3	1	74	13	17.6	0.0	0.0
4	1	100	16	16.0	0.0	0.0
5	1	113	17	15.0	0.0	0.0
6	1	37	5	13.5	0.0	0.0
7	1	111	13	11.7	0.0	0.0
8	1	118	13	11.0	0.0	0.0
9	2	43	18	42.0	0.0	0.0
10	2	75	15	20.0	0.0	0.0
11	2	148	24	16.2	0.0	0.0
12	2	100	15	15.0	0.0	0.0
13	2	114	16	14.0	0.0	0.0
14	2	60	3	5.0	0.0	0.0
15	2	87	3	3.4	0.0	0.0
16	2	140	4	2.9	0.0	0.0
17	3	100	54	54.0	0.0	0.0
18	3	24	6	25.0	0.0	0.0
19	3	100	19	19.0	0.0	0.0
20	3	92	10	10.9	0.0	0.0
21	3	80	8	10.0	0.0	0.0
22	3	90	9	10.0	0.0	0.0
23	3	130	12	9.2	0.0	0.0
24	3	111	10	9.0	0.0	0.0
25	4	106	27	25.5	0.0	0.0
26	4	100	20	20.0	0.0	0.0
27	4	72	11	15.3	0.0	0.0
28	4	100	10	10.0	0.0	0.0
29	4	100	10	10.0	0.0	0.0
30	4	60	3	6.0	0.0	0.0
31	4	125	5	4.0	0.0	0.0
32	4	140	4	2.9	0.0	0.0

Nota: En esta evaluación los resultados no registran agallamiento por nematodo
* La pudrición radical es causada por el hongo *Monosporascus cannonballus*

SÍNTOMAS: la muestra analizada, registro daños de pudrición radicular, no así agallas por nematodos.


Ing. Francisco Arturo Villatoro Rodríguez
Responsable del Laboratorio

Francisco A. Villatoro R.
Ingeniero Ambiental
Colegiado 4080

Finca Los Puentes, Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa, Guatemala
Teléfonos: 79340435 y 57901208

BioScience

SERVICIOS INTEGRALES

Foto 1: Muestra No. 1



Foto 2: Muestra No. 2



Finca Los Puertes, Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa, Guatemala
Teléfonos: 79340435 y 57901208

BioScience

SERVICIOS INTEGRALES

Foto 3: Muestra No. 3



Foto 4: Muestra No. 4



Atentamente,


Ing. Francisco Arturo Villatoro Rodríguez
Responsable del Laboratorio

Francisco A. Villatoro R.
Ingeniero Ambiental
Colegiado 4080

Fincas Los Puertes, Santa Cruz, Río Hondo, Zacapa, Guatemala
Teléfonos: 79340435 y 57901208

Anexo 6. Fertilización del cultivo de melón

Fertilizante	Intervalo	Dosis	Precio por unidad
Triple 15, Nitrato de Calcio, Raizal y Humitron	Al momento del trasplante	6. 50 kg/ha (nitrato de calcio), 3. 25 kg/ha (humitron), 1. 30 kg/ha (solubor)	Q. 350 (1qq de triple 15)
Nitrato de Fosforo, Nitrato de Calcio, Sulfato de Magnesio y Acido Fosfórico	A los 15 días después del trasplante	5. 20 kg/ha (sulfato de magnesio), 6. 50 kg/ha (nitrato de calcio), 6.50 kg/ha (nitrato de fósforo)	Q. 350 (1qq de sulfato de mg)
Triple 15, Solubor y Humitron	A los 23 días después del trasplante	1. 30 kg/ha (solubor)	--
Raizal	A los 35 días después del trasplante	--	--
Urea, Sulfato de Magnesio, Nitrato de Calcio, Foliares: poliquel calcio, poliquel multi, cationes	Cada 5 u 8 días después de los 35 días después del trasplante	32. 52 kg/ha (urea), 8 kg/ha (sulfato de magnesio), 6. 50 kg/ha (nitrato de calcio), 7.16 litros/ha (poliquel calcio), 7. 16 litros/ha (poliquelmulti), 7. 16 litros/ha (cationes)	Q. 350 (1qq de sulfato de mg), Q. 6, 000 a 7, 000 (toneles de 200 litros)
Solubor y Humitron	A los 55 días después del trasplante	1. 30 kg/ha (solubor)	--

Anexo 7. Control de malezas del cultivo de melón

Herbicida	Ingrediente activo	Modo de acción	Malezas que controla
Paraquat agrogen 200 SL	Paraquat	Herbicida de contacto	Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>), Pega pega (<i>Desmodium tortuosum</i>) y Pata de Gallina (<i>Eleusine indica</i>).
Glifogen 480 SL	Glifosato	Herbicida sistémico	Bledo (<i>Amaranthus</i> sp), Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>), Coquito (<i>Cyperus rotundus</i>) y Liendra de puerco (<i>Echinochloa colonum</i>).
Basta 15 SL	Glufosinato de amonio	Herbicida de contacto	Zacate pinto (<i>Echinochloa colonum</i>), Pata de gallina (<i>Eleusine indica</i>), Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>), Coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i>) y Huisquilete (<i>Amaranthus spinosus</i>).
Sempre WG	Halosulfuron-metil	Herbicida sistémico	Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>) y Coyolillo (<i>Cyperus rotundus</i>).

Anexo 8. Control fitosanitario del cultivo de melón

Plagas	Producto	Forma	Umbral Económico
<p>Insectos</p> <p>Follaje: <i>Bemisia</i> sp., <i>Aphis</i> sp.</p> <p>Follaje y fruto: (<i>Bemisia</i> sp., <i>Aphis</i> sp., <i>Diaphania</i> sp., <i>Spodoptera</i> sp.</p> <p><i>Lyriomiza</i> sp.</p>	<p>Imidacloprid</p> <p>Endosulfan, Metomil, Diazinon, Bt's, Flufenoxuron</p> <p>Abamectina</p>	<p>Preventiva</p> <p>Preventivo y curativo.</p> <p>En estado larvario.</p>	<p>Bajar poblaciones durante el ciclo.</p> <p>Presencia de <i>Bemisia</i> sp., Aphidos, <i>Diaphania</i> sp 3% y <i>Spodoptera</i> sp 4%.</p> <p>3 larvas por hoja en el primer nivel de hojas.</p>
<p>Hongos</p> <p>Follaje: <i>Pseudoperonospora cubensis</i>, <i>Erisiphe</i> sp., <i>Alternaria</i> sp.</p>	<p>Clorotalonil, Metalaxil, Azoxistrobin e Iprodione.</p>	<p>Preventivo y Curativo</p>	<p>Mildews al aparecer los primeros síntomas.</p> <p><i>Alternaria</i> 10% de plantas.</p>
<p>Bacterias</p> <p><i>Pseudomonas</i> sp., <i>Erwinia</i> sp.</p>	<p>Cobres</p>	<p>Preventivo y curativo</p>	<p>Condiciones favorables y Aparecimiento de primeros síntomas.</p>

Anexo 9. Población inicial de nematodos en suelo por género

Tratamientos/Bloques		I ³		II		III		IV		Media
Testigo Absoluto	1 (Nada)	19	16	21	18	21	15	24	16	37.50
Testigo Relativo	2 (104 L)	16	21	14	19	11	23	11	27	35.50
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	20	13	21	9	22	12	17	14	32.00
	4 (90 ml)	16	16	10	20	12	20	13	18	31.25
	5 (110 ml)	12	21	19	12	18	15	22	8	31.75
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	21	10	20	12	22	8	20	13	31.50
	7 (90 gr)	9	22	10	20	10	22	7	23	30.75
	8 (100 gr)	23	8	21	9	13	18	25	7	31.00

Anexo 10. Población final de nematodos en suelo por género

Tratamientos/Bloques		I		II		III		IV		Media
Testigo Absoluto	1 (Nada)	28	12	37	23	26	14	45	40	56.25
Testigo Relativo	2 (104 L)	2	3	13	16	8	22	7	13	21.00
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	14	17	12	17	14	12	19	9	28.50
	4 (90 ml)	4	1	14	15	5	5	5	13	15.50
	5 (110 ml)	14	6	11	9	9	13	10	13	21.25
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	5	5	2	3	14	8	5	4	11.50
	7 (90 gr)	6	16	11	8	10	18	12	8	22.25
	8 (100 gr)	16	4	2	5	20	10	5	5	16.75

¹ La primera columna de cada bloque tiene la población inicial de nematodos del género *Helicotylenchus* sp y la segunda columna de cada bloque tiene la población inicial de nematodos del género *Rotylenchulus* sp

Anexo 11. Daño de raíces del cultivo de melón caribbean gold

Tratamientos/Bloques		I	II	III	IV	Media
Testigo Absoluto	1 (Nada)	77.70	42.00	54.00	25.50	49.80
Testigo Relativo	2 (104 L)	18.00	14.00	9.00	10.00	12.75
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	11.70	16.20	25.00	4.00	14.23
	4 (90 ml)	17.60	2.90	10.90	15.30	11.68
	5 (110 ml)	16.00	20.00	10.00	6.00	13.00
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	13.50	3.40	9.20	2.90	7.25
	7 (90 gr)	11.00	15.00	19.00	10.00	13.75
	8 (100 gr)	15.00	5.00	10.00	20.00	12.50

Anexo 12. Rendimiento de exportación del cultivo de melón caribbean gold

Tratamientos/Bloques		I	II	III	IV	Media
Testigo Absoluto	1 (Nada)	7910	8068	8842	9103	8480.75
Testigo Relativo	2 (104 L)	14215	20184	19401	21565	18841.25
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	12405	18514	14607	20736	16565.50
	4 (90 ml)	17060	22320	19280	24540	20800.00
	5 (110 ml)	15800	17432	18002	19654	17722.00
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	20380	22506	22600	24728	22553.50
	7 (90 gr)	19625	16901	13506	18543	17143.75
	8 (100 gr)	23617	18170	21490	23430	21676.75

Anexo 13. Rendimiento de rechazo del cultivo de melón caribbean gold

Tratamientos/Bloques		I	II	III	IV	Media
Testigo Absoluto	1 (Nada)	13581	10829	13804	12984	12799.50
Testigo Relativo	2 (104 L)	3210	1316	3432	1538	2374.00
<i>Beauveria bassiana</i>	3 (70 ml)	4607	1381	6809	1603	3600.00
	4 (90 ml)	1642	5111	560	1754	2266.75
	5 (110 ml)	1492	3321	5708	1427	2987.00
<i>Trichoderma harzianum</i>	6 (80 gr)	450	1531	760	1753	1123.50
	7 (90 gr)	4101	1643	6121	1865	3432.50
	8 (100 gr)	2686	1754	560	2239	1809.75

Anexo 14. Costo de producción por Ha del tratamiento 0.12 gramos/ha de telone II

Actividad	Unidad-medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Costos directos	-	-	-	Q 85,595.55
Renta	Ha	1	Q 3,365.00	Q 3,365.00
1. Mano de obra	-	-	-	Q 9,513.00
Suelo	Jornal	28	Q 63.00	Q 1,764.00
Siembra	Jornal	25	Q 63.00	Q 1,575.00
Limpias	Jornal	15	Q 63.00	Q 945.00
Fertilización	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Control fitosanitario	Jornal	3	Q 63.00	Q 189.00
Riego	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Cosecha	Jornal	60	Q 63.00	Q 3,780.00
2. Maqui. Y Equipo	-	-	-	Q 3,647.15
Chapeo	Horas	1	Q 158.59	Q 158.59
Arado	Horas	3	Q 198.24	Q 594.72
Rastra pesada	Horas	1.5	Q 198.24	Q 297.36
Rotavator	Horas	2	Q 198.24	Q 396.48
Plástico	Metros	5,500	Q 0.40	Q 2,200.00
3. Insumos	-	-	-	Q 69,070.40
Pilones	General	3740	Q 0.30	Q 1,122.00
Combustible	General	109.16	Q 36.00	Q 3,929.76
Fertilizante	Qq, lts y kg.	11.22	Q 400.00	Q 4,488.00
Pesticidas	Litros	104	Q 572.41	Q 59,530.64
II. Costos indirectos	-	-	-	Q 33,525.17
Administración	10% - CD		Q 8,559.56	
IGSS	10. 5% - MO		Q 998.87	
Financieros	18% - CD		Q 15,407.20	
Imprevistos	10% - CD		Q 8,559.56	
III. Costo total/Ha	-	-	-	Q 119,120.72
Producción esperada	Caja / Ha		6,233	
Precio de venta/Caja	IB / Pro. Esp.		Q 63	
Ingreso bruto	Pro. Esp.*Precio		Q 391,482.26	
Ingreso neto	IB – CT		Q 272,361.54	
IV. Rentabilidad	IN / CT X 100			229%

Anexo 15. Costo de producción por Ha del tratamiento 1.89×10^{11} de *B. bassiana*

Actividad	Unidad-medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Costos directos	-	-	-	Q 30,716.91
Renta	Ha	1	Q 3,365.00	Q 3,365.00
1. Mano de obra	-	-	-	Q 9,765.00
Suelo	Jornal	28	Q 63.00	Q 1,764.00
Siembra	Jornal	25	Q 63.00	Q 1,575.00
Limpias	Jornal	15	Q 63.00	Q 945.00
Fertilización	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Control fitosanitario	Jornal	7	Q 63.00	Q 441.00
Riego	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Cosecha	Jornal	60	Q 63.00	Q 3,780.00
2. Maqui. Y Equipo	-	-	-	Q 3,647.15
Chapeo	Horas	1	Q 158.59	Q 158.59
Arado	Horas	3	Q 198.24	Q 594.72
Rastra pesada	Horas	1.5	Q 198.24	Q 297.36
Rotavator	Horas	2	Q 198.24	Q 396.48
Plástico	Metros	5,500	Q 0.40	Q 2,200.00
3. Insumos	-	-	-	Q 13,939.76
Pilones	General	3740	Q 0.30	Q 1,122.00
Combustible	General	109.16	Q 36.00	Q 3,929.76
Fertilizante	Qq, lts y kg.	11.22	Q 400.00	Q 4,488.00
Pesticidas	Litros	8	Q 550.00	Q 4,400.00
II. Costos indirectos	-	-	-	Q 12,697.75
Administración	10% - CD		Q 3,071.69	
IGSS	10. 5% - MO		Q 1,025.33	
Financieros	18% - CD		Q 5,529.04	
Imprevistos	10% - CD		Q 3,071.69	
III. Costo total/Ha	-	-	-	Q 43,414.66
Producción esperada	Cajas / Ha		5,671	
Precio de venta/Caja	IB / Pro. Esp.		Q 63	
Ingreso bruto	Pro. Esp.*Precio		Q 356,184.17	
Ingreso neto	IB – CT		Q 312,769.51	
IV. Rentabilidad	IN / CT X 100			720%

Anexo 17. Costo de producción por Ha del tratamiento 3.81×10^{12} de *T. harzianum*

Actividad	Unidad-medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Costos directos	-	-	-	Q 31,298.60
Renta	Ha	1	Q 3,365.00	Q 3,365.00
1. Mano de obra	-	-	-	Q 10,080.00
Suelo	Jornal	28	Q 63.00	Q 1,764.00
Siembra	Jornal	25	Q 63.00	Q 1,575.00
Limpias	Jornal	15	Q 63.00	Q 945.00
Fertilización	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Control fitosanitario	Jornal	12	Q 63.00	Q 756.00
Riego	Jornal	10	Q 63.00	Q 630.00
Cosecha	Jornal	60	Q 63.00	Q 3,780.00
2. Maqui. Y Equipo	-	-	-	Q 3,647.15
Chapeo	Horas	1	Q 158.59	Q 158.59
Arado	Horas	3	Q 198.24	Q 594.72
Rastra pesada	Horas	1.5	Q 198.24	Q 297.36
Rotavator	Horas	2	Q 198.24	Q 396.48
Plástico	Metros	5,500	Q 0.40	Q 2,200.00
3. Insumos	-	-	-	Q 14,206.45
Pilones	General	3740	Q 0.30	Q 1,122.00
Combustible	General	109.16	Q 36.00	Q 3,929.76
Fertilizante	Qq, lts y kg.	11.22	Q 400.00	Q 4,488.00
Pesticidas	Kilogramos	7	Q 666.67	Q 4,666.69
II. Costos indirectos	-	-	-	Q 12,951.87
Administración	10% - CD		Q 3,129.86	
IGSS	10. 5% - MO		Q 1,058.40	
Financieros	18% - CD		Q 5,633.75	
Imprevistos	10% - CD		Q 3,129.86	
III. Costo total/Ha	-	-	-	Q 38,020.19
Producción esperada	Cajas / Ha		8,809	
Precio de venta/Caja	IB / Pro. Esp.		Q 63	
Ingreso bruto	Pro. Esp.*Precio		Q 553,275.67	
Ingreso neto	IB – CT		Q 515,255.48	
IV. Rentabilidad	IN / CT X 100			1355%

CRONOGRAMA DEL TRABAJO

Cuadro 18. Cronograma de las actividades del experimento.

Actividades	Meses	Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Subsolador		■															
Rastra liviana		■															
Surcador			■														
Bordeadora			■														
Rotavator				■													
Emplastado				■													
Trasplante del pilón							■										
Primer riego							■										
Segundo riego							■										
Tercer riego a los 15 días después del trasplante									■								
Riego cada 5 días									■								
Podas												■					
Primera fertilización							■										
Segunda fertilización									■								

Tercera fertilización																	
Cuarta fertilización																	
Quinta fertilización																	
Sexta fertilización																	
Cosecha																	