

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN PLAGAS Y ENFERMEDADES RADICULARES EN
EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR-
ORIENTE, – ITECNOR–, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

OSCAR LEONIDAS MARROQUÍN CORNEJO

Guatemala, febrero de 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN PLAGAS Y ENFERMEDADES RADICULARES EN
EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR-
ORIENTE, – ITECNOR–, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

OSCAR LEONIDAS MARROQUÍN CORNEJO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, febrero de 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Dr. Ing Lauriano Figueroa Quiñónez

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López

Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García

Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruan.

Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda

P. Agr Josué Antonio Martínez Roque

Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, febrero de 2012

**Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente**

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación

DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN PLAGAS Y ENFERMEDADES RADICULARES EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR-ORIENTE, – ITECNOR–, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.

Como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

OSCAR LEONIDAS MARROQUÍN CORNEJO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Todo el Poder y la Gloria.

MI PADRE Y MADRE:

Isaías Marroquín Figueroa y Cristina Cornejo Rodríguez, como un pequeño reconocimiento a su esfuerzo y amor que me han dado.

MI ESPOSA:

Delmy Palma Figueroa, como una muestra de nuestro amor y esfuerzo.

MIS HIJAS:

Rosser Mirella, Delmy Isabel y el próximo, con todo mi amor y como la razón principal de mi esfuerzo.

MIS ABUELOS:

Gregorio Marroquín, Ambrosia Figueroa, a su eterna memoria.

Isaías Cornejo, Nicolasa Rodríguez, en especial por su constante apoyo moral y espiritual.

MIS HERMANOS:

Nohemí, Nelson, Mayra, Dalila, Evelyn, Kristina, Odyli, con amor y respeto.

MIS TÍOS:

Ruth, Fabián, Víctor, Aura, Emiliana, Rebe, Misael, con Cariño y respeto, por su ejemplo y estímulo.

MIS AMIGOS:

Por brindar su alegría y motivación como muestra de la amistad sincera.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS:

Por la Vida, protección y guiarme cada día de mi vida.

MIS PADRES:

Isaías Marroquín Figueroa y Cristina Cornejo Rodríguez, por acompañarme y apoyarme en cada momento. Gracias a mi mamá por sus oraciones.

MIS HERMANOS:

Nohemí, Nelson, Mayra, Dalila, Evelyn, Kristina, Odyli, por todo el apoyo y amor que siempre me han brindado. Gracias Nelson has sido mi fortaleza.

MIS SUPERVISORES:

Ing. Agr. Constantino Reyes y M Sc. Pedro Pelaez, por su acompañamiento y apoyo durante la realización del EPSA en sus fases de campo y gabinete.

MI ASESOR:

Eddín Orozco, por compartir su tiempo y conocimientos.

AGRÍCOLA LA LABOR:

Por permitirme realizar el experimento, en especial al profesional **Marlon Jarquín**, por facilitar recursos y compartir conocimientos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

- GUATEMALA:** País de la Eterna Primavera, Amado y Bendecido por Dios.
- USAC:** Casa de Ciencia y Cultura, por abrirme la oportunidad a la educación superior de calidad.
- FAUSAC:** Por permitirme la formación y adquirir conocimientos agronómicos, con sentido profesional y conciencia social.
- MIS CATEDRÁTICOS:** Por compartir sus conocimientos, con principios éticos y morales. Impulso y ejemplo para mi formación.
- ITECNOR:** Por permitir mi ejercicio profesional, con el apoyo institucional.

ÍNDICE GENERAL

Contenido		Página
DIAGNÓSTICO		
1.1	PRESENTACIÓN.....	2
1.2	MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1	Ubicación geográfica	3
1.2.2	Vías de acceso.....	3
1.2.3	Extensión	3
1.2.4	Clima.....	3
1.2.5	Zona de vida.....	4
1.2.6	Suelos	4
1.2.7	Relieve.....	4
1.2.8	Recursos hídricos.....	4
1.2.9	Flora y fauna existente	5
1.3	OBJETIVOS	6
1.3.1	General	6
1.3.2	Específicos	6
1.4	METODOLOGÍA	7
1.4.1	Fase de reconocimiento	7
1.4.2	Fase de recopilación de la información	7
1.4.3	Fase de análisis de la información.....	7
1.5	RESULTADOS.....	9
1.5.1	Material cultivado	9
1.5.2	Sistema de riego	9
1.5.3	Desinfección del suelo.....	10
1.5.4	Acolchado	10
1.5.5	Siembra.....	10
1.5.6	Labores culturales	11
1.5.7	Fertilización.....	11
1.5.8	Manejo de plagas y enfermedades	11
1.5.9	Cosecha	12
1.5.10	Matriz de limitantes y su abordaje	13

1.6	CONCLUSIONES	15
-----	--------------------	----

INVESTIGACIÓN

2.1	PRESENTACIÓN.....	18
2.2	MARCO CONCEPTUAL	19
2.2.1	El cultivo de melón	19
A.	Centro de origen	19
B.	Clasificación Taxonómica	19
C.	Características botánicas	19
D.	Usos del melón.....	20
E.	Condiciones ecológicas del cultivo del melón.....	20
F.	Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo del melón	21
2.2.2	Nematodos asociados al cultivo del melón.....	21
A.	Clasificación taxonómica <i>Rotylenchulus</i> sp.....	22
B.	Clasificación taxonómica <i>Pratylenchus</i> sp.....	22
C.	Clasificación taxonómica <i>Helicotylenchus</i> sp.	22
D.	Clasificación taxonómica <i>Meloidogyne</i> sp.	23
E.	Características generales	23
F.	Anatomía y morfología.....	23
G.	Síntomas de daños por nematodos	24
H.	Diagnóstico	26
I.	Morfología	26
J.	Ciclo de vida	26
K.	Hospederos	28
L.	Dispersión	28
M.	Métodos de control de nematodos.....	28
2.2.3	Enfermedades causadas por hongos	29
A.	Gomosis ocasionada por <i>Didymella bryoniae</i>	29
B.	Marchitez vascular causada por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i>	30
2.2.4	Bromuro de metilo en el control de enfermedades del suelo	33
A.	Efectos del bromuro de metilo sobre el ambiente.....	34
B.	Efectos para los consumidores y productores agrícolas.....	34

C.	Eliminación progresiva del bromuro de metilo, según protocolo de Montreal	34
2.2.5	Enmiendas con materia orgánica (MO)	35
2.2.6	Biofumigación o biosolarización	35
A.	Principio de la enmienda de materia orgánica (biofumigación), en el control de patógenos presentes en el suelo	36
B.	Enmienda de materia orgánica, en la práctica de biofumigación y el solarizado, en el control de enfermedades del suelo	37
C.	Investigaciones relacionadas con el control de <i>Meloidogyne</i> sp.	38
2.3	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	39
2.3.1	Objetivo General	39
2.4	METODOLOGÍA	40
2.4.1	Ubicación del experimento	40
2.4.2	Descripción de los tratamientos	40
2.4.3	Diseño experimental	40
A.	Modelo estadístico	42
B.	Unidad experimental	42
C.	Variables de respuesta	42
2.4.4	Manejo del experimento	42
A.	Preparación del suelo	42
B.	Aplicación de los tratamientos	42
C.	Siembra	44
D.	Cubierta flotante	44
E.	Fertilización	44
F.	Riego	44
G.	Control de malezas	45
H.	Colocación de bandejas	45
I.	Cosecha	45
J.	Toma de datos	45
2.4.5	Método de análisis de la información	46
2.5	RESULTADOS	47
A.	Comportamiento de la población de <i>Pratylenchus</i> sp.	47
B.	Comportamiento de la población de <i>Rotylenchulus</i> sp. según el tratamiento aplicado	49
C.	Comportamiento de la población de <i>Helicotilenchus</i> sp. según el tratamiento aplicado	50

D.	Comportamiento de la población de <i>Meloidogyne</i> sp. según el tratamiento aplicado.....	50
E.	Análisis integral de los tratamientos aplicados para reducción de nematodos	51
2.5.2	Incidencia de enfermedades radiculares causadas por hongos.....	52
2.5.3	Rendimiento de melón en kilogramos por hectárea	53
A.	Rendimiento de melón total en kg/ha	54
B.	Rendimiento de melón en kg/ha para mercado local (18 y 23 melones por caja) 55	
C.	Rendimiento de melón en kg/ha para exportación (9, 12 y 15 melones por caja) 55	
2.5.4	Análisis económico.....	57
2.6	Conclusiones y recomendaciones.....	59
2.7	Bibliografía	60

SERVICIOS

3.1	PRESENTACIÓN.....	65
3.2	DOCENCIA A ESTUDIANTES DEL ITECNOR.....	66
3.2.1	Objetivos.....	66
A.	General	66
B.	Específicos	66
3.2.2	Metodología.....	66
A.	Curso de Semillas y Viveros	66
B.	Curso de Química Orgánica	67
C.	Curso de Política Forestal.....	67
3.2.3	Resultados	68
A.	Presupuestos de insumos para impartir los cursos	68
B.	Programa del curso de Semillas y Viveros	73
C.	Programa del curso de Química Orgánica.....	74
D.	Programa del curso de Política Forestal.....	76
3.2.4	Evaluación.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Hembra de <i>Meloidogyne</i> spp. en tejido vegetal, Agudelo (1999).....	24
Figura 2.	Agallas producidas por <i>Meloidogyne</i> spp. en raíces, Agudelo (1999).....	25
Figura 3.	Estructuras reproductivas del género <i>Fusarium</i> sp. Agrios (1985).....	31
Figura 4.	Marchitez vascular, ocasionada por <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> , Raymundo, et al (2005).	32
Figura 5.	Distribución de los tratamientos evaluados en campo, para el control de plagas y enfermedades. Agrícola La Labor, Zacapa.	41
Figura 6.	Comportamiento de la población de <i>Pratylenchus</i> sp. durante la realización del experimento, según tratamiento evaluado, Zacapa.	48
Figura 7.	Prueba de medias de Tukey, para la variable rendimiento total de melón en kg por hectárea.....	54
Figura 8.	Prueba de Tukey para el rendimiento de melón en kg/ha, para mercado de exportación, (9, 12 y 15 melones por caja).	56
Figura9A.	Mapa de ubicación geográfica, donde se realizó la investigación, La Fragua, Zacapa.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Matriz de limitantes y su abordaje en la producción de melón, Empresa Agrícola La Labor, Zacapa.....	13
Cuadro 2.	Tratamientos evaluados.....	40
Cuadro 3.	Programa de riego en el cultivo de melón.....	44
Cuadro 4.	Ecuaciones de regresión, que refleja la reducción de la población de <i>Pratylenchus</i> sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.	49
Cuadro 5.	Ecuaciones de regresión, que reflejan la reducción de la población de <i>Rotylenchulus</i> sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.	49
Cuadro 6.	Ecuaciones de regresión, que refleja la reducción de la población de <i>Helicotylenchus</i> sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.	50
Cuadro 7.	Ecuaciones de regresión que refleja el comportamiento de la población de <i>Meloidogyne</i> sp. por cada 300 cc de suelo, según el tratamiento, en el tiempo evaluado.	51
Cuadro 8.	Incidencia de fitopatógenos en el cultivo de melón por tratamiento y repetición.....	52
Cuadro 9.	Rendimiento de melón en kg/ha según el número de melones por CAJA.....	53
Cuadro 10.	Resumen del análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento de melón en kg/ha, total (9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja).	54
Cuadro 11.	Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de melón, en kg/ha para mercado local (18 y 23 melones por caja).....	55
Cuadro 12.	Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de melón en kg/ha, para mercado de exportación (tamaños, 9, 12 y 15 melones por caja).....	55
Cuadro 13.	Análisis de dominancia de los tratamientos.	57
Cuadro 14.	Análisis de la tasa marginal de retorno	57
Cuadro 15.	Presupuesto de insumos para impartir el curso de Semillas y Viveros (Teoría)	69

Cuadro 16.	Presupuesto de insumos del vivero para el curso de Semillas y Viveros	70
Cuadro 17.	Presupuesto de insumos para impartir el curso de Química Orgánica	71
Cuadro 18.	Presupuesto de insumos para impartir el curso de Política Forestal	72
Cuadro 19.	Porcentaje de estudiantes en los cursos impartidos	77

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DOCENCIA Y MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES RADICULARES EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo*) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR-ORIENTE, – ITECNOR–, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado obtenido de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA– en el Instituto Tecnológico de Nor-oriente –ITECNOR–, que se localiza en el municipio de Zacapa, Guatemala.

En este documento se incluyen tres grandes elementos que se desarrollan durante el EPSA, como lo son un diagnóstico, una investigación principal y los servicios realizados durante los diez meses que dura el ejercicio.

El diagnóstico se realizó en tres fases y a través de él se estableció que la principal limitante en la producción de melón, es que para el control de plagas y enfermedades radicales en el valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala, uno de los productos que se utiliza con mayor frecuencia y de forma generalizada es el bromuro de metilo; sin embargo, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) clasifica al bromuro de metilo en categoría 1 (toxina aguda), es decir, el químico más tóxico, ya que puede causar cáncer, defectos de nacimiento, incluso la muerte y contribuye al calentamiento global al destruir la capa de ozono. En la actualidad es de uso restringido y debe eliminarse en el 2015, para los países en desarrollo (6), por lo que es importante encontrar medidas alternativas que puedan sustituirlo y que sean ambientalmente compatibles.

Con base al diagnóstico se fundamentó como aspecto principal, la necesidad de evaluar alternativas, que sean compatibles con el entorno natural y que permitan obtener una producción sostenible en el cultivo de melón, en el valle de la Fragua, Zacapa. La bovinaza fresca, incorporada al suelo antes de la siembra, al descomponerse libera sustancias volátiles (como amoníaco por reducción del amonio) y ácidos orgánicos, que

producen efecto nocivo a los patógenos del suelo; en ese sentido, podría constituirse en una alternativa al bromuro de metilo, en el cultivo de melón (2).

El estudio se realizó en Finca Quebrada Honda, Estanzuela, Zacapa. Los cuatro tratamientos tuvieron resultados de forma similar, las poblaciones de *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., y *Helicotylenchus* sp.; la incidencia de *Fusarium* sp., y *Rhizoctonia* sp., fue menor de 2 % y *Didymella bryonae* de 42 %. No existió diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo, por el aporte de nutrientes de la bovinaza, el rendimiento fue mayor al aplicar bovinaza sin plástico con 11,637 kg/ha en frutos de exportación (9, 12 y 15 melones por caja), la mayor tasa marginal de retorno del 433.38 %, por lo que este tratamiento se constituye en una alternativa al bromuro de metilo, para el manejo de plagas y enfermedades del suelo en el cultivo de melón en el valle de la Fragua, Zacapa

Los servicios fueron principalmente el apoyo en la docencia en el ITECNOR. En ese sentido, se abre la brecha, para dejar documentada y sistematizada esta información para los cursos que fueron asignados por la dirección del plantel al epesista, siendo estos: semillas y viveros, química orgánica y política forestal. Se espera que el proceso de sistematización iniciado con estos cursos de paso al resto del pensum de las distintas carreras que se imparten en el ITECNOR.

En cuanto a la evaluación de los estudiantes, del total del grupo que formaban 40 alumnos únicamente el diez por ciento reprobó las materias. El grupo en general en las tres materias obtuvo un promedio del 68 por ciento.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) EN AGRÍCOLA LA LABOR, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

El Instituto Tecnológico de Nor-Oriente (ITECNOR), se dedica a la formación de estudiantes en el campo de la agronomía a nivel medio, por lo cual en el presente ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue asignada directamente una carga docente teórica y de prácticas que representa el 80 % del tiempo. Considerando que los estudiantes de dicho instituto realizan algunas prácticas en el cultivo de melón (*Cucumis melo*), por ser uno de los más extensivos en el departamento de Zacapa y que en las empresas que lo producen es donde varios estudiantes al graduarse se emplean, se estableció por las autoridades del Instituto que se realizara el presente diagnóstico sobre el manejo agronómico que se le da al cultivo de melón en la empresa agrícola La Labor, a fin de presentar alguna propuesta de solución a la principal problemática encontrada.

El diagnóstico se realizó en tres fases, siendo la primera la fase de reconocimiento de las áreas de cultivo, en la segunda fase se recopiló información administrativa en cuanto al registro de plagas y enfermedades radiculares, así como de registros técnicos de la respuesta y en la tercera y última fase se procedió a analizar la información obtenida.

A través del diagnóstico se establece que la principal limitante en la producción de melón, es que para el control de plagas y enfermedades radiculares en el valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala, uno de los productos que se utiliza con mayor frecuencia y de forma generalizada es el bromuro de metilo; sin embargo, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) clasifica al bromuro de metilo en categoría 1 (toxina aguda), es decir, el químico más tóxico, ya que puede causar cáncer, defectos de nacimiento, incluso la muerte y contribuye al calentamiento global al destruir la capa de ozono. En la actualidad es de uso restringido y debe eliminarse en el 2015, para los países en desarrollo (6), por lo que es importante encontrar medidas alternativas que puedan sustituirlo y que sean ambientalmente compatibles.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

La Empresa “Agrícola La Labor S.A.” se encuentra ubicada en la finca Quebrada Honda, aldea el Guayabal, municipio de Estanduela, departamento de Zacapa. El área experimental se ubica en el sector denominado “Escalones” región melonera del valle de La Fragua Zacapa. En la región Nor-Oriental del país, a 147 km de la Ciudad Capital de Guatemala.

Se encuentra localizada geográficamente, entre las coordenadas 89°37'20" a 89°33'24" Longitud Oeste y 15o0'3.41" a 14o57'56" Latitud Norte Oeste del meridiano de Wreemwich (5).

1.2.2 Vías de acceso

Escalones se encuentra a una distancia de 4 km de la cabecera municipal de Estanduela, hacia la región melonera del valle de la Fragua, y a 4 km de la fragua, municipio de Zacapa. Caminos de terracería de fácil acceso durante todo el año (3).

1.2.3 Extensión

La Empresa Agrícola la Labor tiene una extensión de 525.08 ha, el cultivo de melón ocupa 110.9 ha distribuidas en 3 fincas: 1) Quebrada honda con 304 ha, 2) La Laguna con 49.63 ha, 3) Escalones con 53.97 ha donde se cuenta con una área experimental de 0.7 ha (3).

1.2.4 Clima

El valle de la Fragua se encuentra a una altitud promedio es 230 msnm. Según la estación meteorológica de La Fragua, la temperatura oscila entre los 22-37°C, promedio anual de 28°C, la evaporación media mensual de 6.94 mm, la velocidad del viento alcanza 5 - 7 km/h, la precipitación pluvial es 700 mm anuales distribuidos en los meses de mayo a octubre; de noviembre a abril muchas veces la precipitación efectiva se puede considerar nula (4).

La humedad relativa media es de 58%, con promedio anual de 6.8 horas de luz diarias, la presión atmosférica media de 744.5 mm de mercurio (4).

1.2.5 Zona de vida

Holdridge clasifica la zona de vida como Monte Espinoso Subtropical, en la cual, la vegetación está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas, tales como: *Cactus* spp., *Acacia* farnesiana, *Guayacum* spp., *Pereskia* spp., *Cordia* alba; entre las principales. El uso actual del suelo, es el cultivo intensivo de melón *Cucumis* melo, y en algunos casos el cultivo de maíz, *Zea* maiz (1).

1.2.6 Suelos

Según Simons, los suelos de esta área son relativamente jóvenes y las diferencias existentes se basan principalmente en el material de origen y en el drenaje.

Se pueden ubicar tres tipos de suelos, los de la serie Chicaj, Chirrum y Chiquimula, todos ellos son subsuelos muy impermeables, tienen horizonte A bien arcilloso y un horizonte B con alto contenido de arcilla coloidal del grupo de las montmorriolionitas, particularmente estos suelos son muy impermeables al agua y tienen baja aireación. Los suelos que en su mayoría pertenecen a la serie Chicaj, cuando están muy secos son muy duros y se forman grietas anchas y profundas (7).

Estos suelos poseen pH alcalino, dificultando así la disponibilidad de nutrientes para las plantas. De acuerdo a los elementos que presenta este suelo, es importante realizar un buen programa de fertilización, aplicando principalmente fertilizantes de reacción ácida (7).

1.2.7 Relieve

El relieve del terreno es plana en su totalidad, con pendientes que van desde 0 a 4%. Las pendientes se ubican en los lugares donde hay corrientes efímeras de agua.

1.2.8 Recursos hídricos

La empresa "Agrícola la Labor", cuenta con cuatro reservorios: dos en la finca Quebrada Honda, con capacidad de 10,326.9 m³ y 13,340.7 m³ respectivamente, ubicados en aldea el Guayabal; un reservorio en Escalones. Estos tres reservorios son abastecidos por la unidad de riego del llano de piedra, y el reservorio de "la laguna" que cuenta con un nacimiento (3).

1.2.9 Flora y fauna existente

Debido a la zona de vida, en la región se encuentran abundantes especies tanto vegetales como animales, la mayoría son especies arbustivas como subín (*Acacia farmesiana*), cactus (*Pachycereus lepidanthus*), nopal (*Nopalea guatemalensis*), palo de jiote (*Burseba simaruba*), guayacán (*Guayacum sactum*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), etc. Existen además muchas especies vegetales que por sus características son consideradas malezas dentro de los cultivos de la zona (3).

En cuanto a la fauna las especies más comunes son los reptiles y algunos mamíferos inferiores, se encuentran también algunos géneros de aves (3).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- A. Conocer el proceso del manejo del cultivo de melón y las limitantes asociadas en el mismo, en la empresa Agrícola La Labor, Estanzuela, Zacapa, donde practican los estudiantes del ITECNOR.

1.3.2 Específicos

- A. Establecer las limitantes técnicas en la producción del cultivo melón.

- B. Establecer las limitantes ambientales en la producción del cultivo de melón.

1.4 METODOLOGÍA

Al elaborar este diagnóstico se realizaron en términos generales las fases siguientes: de reconocimiento, recopilación de la información y de análisis de la información.

1.4.1 Fase de reconocimiento

Se visitaron las instalaciones de la empresa, donde funciona la planta empacadora de melón, así como los campos de cultivos que se extienden en los municipios de Estanzuela y en el Valle de la Fragua, Zacapa.

Durante esta fase se proporcionó acompañamiento por parte de técnicos de la empresa, indicando los procesos que se realizan tanto en la planta empacadora, como en los campos de cultivo de una forma general. Se realizaron presentaciones con los contactos clave de cada uno de los procesos, para posteriormente abordarlos a fin de poder indagar acerca de cada una de las etapas del manejo del cultivo de melón.

1.4.2 Fase de recopilación de la información

La recopilación de la información del manejo agronómico del cultivo de melón fue de la manera siguiente:

- Preparación del suelo.
- Sistema de riego.
- Desinfección del suelo.
- Acolchado.
- Siembra.
- Fertilización.
- Manejo de plagas y enfermedades.
- Cosecha.
- Empaque.

1.4.3 Fase de análisis de la información

Para el análisis de la información se elaboró una matriz, donde se colocaron cada una de las etapas desde la siembra hasta el empaque y luego una breve descripción de

las limitantes indicadas por el encargado de cada área. Posteriormente se realizó una reunión para que con la participación de los encargados de cada área, así como de personal de gerencia se identificara la etapa de mayor interés, de acuerdo a las limitantes, que se debía atender.

1.5 RESULTADOS

A continuación se presenta una descripción de las principales actividades que se realizan en la producción del cultivo de melón, posteriormente se indican en la matriz las limitantes de cada una de ellas que identifican los encargados de las áreas de producción.

1.5.1 Material cultivado

El material utilizado es Zodiak (Cantaloupe), este tiene las siguientes características: es fruto grande, su pulpa es de color naranja intenso, crocante, con una red intensa y cavidad compacta; su red intensa asegura una gran capacidad de conservación en el campo y la postcosecha, es resistente a enfermedades, alta productividad, da un margen cosecha de 14— 15 días pues su fruto no lo desprende todo al mismo tiempo.

1.5.1 Preparación del suelo

Para preparar el suelo se emplea un paso de arado de discos y dos de rastra pesada (Rome Plaw), luego se efectúa el surqueo. Se forman camas distanciadas a 1.8 metros de distancia, siendo la distancia entre plantas de 0.50 metros. La siembra se realiza en doble hilera.

La empresa en un mismo terreno obtiene dos producciones al año, efectuando para las mismas dos trasplantes, con un intervalo de dos a tres semanas entre la cosecha de la primera producción y el trasplante de la segunda producción. Para el control de plagas y enfermedades del suelo, únicamente en la primera plantación se realiza la desinfección del suelo, empleando actualmente para ello el bromuro de metilo. Para reducir el uso del bromuro de metilo, para la segunda siembra se emplea el producto químico denominado metan sodio, el cual se aplica en a través del sistema de riego. En ambos casos se emplea el plástico o acolchado, a fin de conservar en el suelo los gases biocidas liberados en el suelo.

1.5.2 Sistema de riego

Para lograr un crecimiento radicular que le permita a la planta desarrollarse satisfactoriamente durante el resto de su ciclo es necesario que la humedad que se encuentra en el suelo antes del trasplante sea suficiente para lograr un buen pegue de los pilones. Muy importante es que ese nivel de humedad sea reducido desde el trasplante

hasta los 18 días después del mismo, momento en que se debe aplicar el segundo riego. Con este intervalo de riego se consigue un pequeño estrés en las plántulas lo cual favorece el desarrollo del sistema radicular para explorar el máximo volumen de suelo necesario para los nutrientes. A partir del segundo riego después del trasplante es muy importante mantener el contenido de humedad del suelo para evitar el estrés a las plantas, pues en esta etapa se define el número de frutos con que se contará en el momento de la cosecha. De los 45 a 55 días después del trasplante deben efectuarse riegos con intervalos de 5 días, para que se dé una buena formación de redcilla y una alta concentración de azúcares en el fruto.

1.5.3 Desinfección del suelo

Para la desinfección del suelo, previo al trasplante se emplea actualmente el bromuro de metilo a razón de entre 180 a 225 kilogramos por hectárea. Para su aplicación se emplea la encamadora la cual va colocando, la manguera del sistema de riego y el plástico del acolchado.

1.5.4 Acolchado

Para proteger el cultivo de la invasión de malezas, así como de proveer una zona amplia para contener los gases de la aplicación del bromuro de metilo se emplea del acolchado, el cual no es más que el uso de plástico blanco-negro de 1.2 milésimas de grosor, el cual se coloca por medio de la encamadora juntamente con la manguera para riego. Una vez colocado el plástico se pasa un aporcador con el fin de tapar áreas sueltas de plástico, dejadas por la encamadora y así evitar fugas del bromuro de metilo.

1.5.5 Siembra

Unos tres días previo a la siembra es necesario perforar el plástico sobre el surco a intervalos de 0.5 metros de distancia; cada perforación debe tener un diámetro no mayor de 7.5 centímetros, esto con la finalidad de permitir la aireación de los gases acumulados, antes de realizar el trasplante.

La siembra se realiza en forma indirecta por medio de pilones con distanciamiento entre posturas de 0.5 m y 1.8 m entre surcos, con lo cual se tiene una densidad de 11,111 plantas por hectárea.

1.5.6 Labores culturales

El control de malezas se realiza por medio de cultivadoras, cuando la planta está pequeña para no enterrar guías. Se hace una o dos veces en un ciclo de cultivo, pero si no es capaz de lograr la eliminación de malezas, se procede a un control manual.

Dentro de las labores culturales también se encuentra la eliminación del melón voluntario o espontáneo, que no es más que la planta que germina de la semilla de una fruta que quedó en el terreno de la cosecha anterior.

De los 35 días en adelante se efectúan el corte de guías, el cual es mecanizado. A los 45 días se procede a la colocación de bandejas a los frutos para mejorar la calidad de estos, evitando que se manchen, que queden achatados o con red mal formada (deformaciones). La bandeja no es para corregir errores sino para prevenir errores.

1.5.7 Fertilización

Para la fertilización se emplea la fórmula especial 3-21-26, la cual se aplica al suelo en forma de banda en el centro de la cama a una profundidad de 15 a 20 cm, utilizando una fertilizadora previamente calibrada a razón de 324 kilogramos por hectárea.

1.5.8 Manejo de plagas y enfermedades

Para el manejo de plagas y enfermedades se realizan varias actividades que permiten mantener un estado fitosanitario aceptable de la plantación como sigue:

Se realizan a intervalos de 2 a 4 días y se emite un reporte con datos de campo, fecha, nombre de plaguero, última fumigación, conteo de plagas y enfermedades más importantes que afectan al cultivo, observaciones y un croquis del área. Con base al muestreo se decide si se aplica control y en que dosificación.

Las principales plagas que se encuentran son: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), perforador del fruto (*Diafania nitidalis*), afidos (*Aphis* spp.), minador de la hoja (*Liriomyza* sp.), gusano soldado (*Spodoptera frugiperda*), nematodos de varios géneros. Las principales enfermedades son las de muerte súbita o mal de talluelo (*Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp.) gomosis (*Didymella bryoniae*).

Los productos aplicados convencionalmente son vermitec, agrimicin, acrovat, amistar, manzate, metomex, dipel, benomil, daconil, vidate y confidor entre otros.

1.5.9 Cosecha

La cosecha se realiza entre los 55 a 65 días después del trasplante, para lo cual se realizan dos pasadas diarias al área de cosecha con el fin de evitar el amarillamiento del fruto. Se cosechan los frutos que están a punto de desprenderse de la planta y en raras ocasiones se utiliza navaja. El melón cosechado se coloca a lo largo de los surcos llamados de recolección los cuales se encuentran a la par de los surcos de fumigación o calles. El melón es transportado en carretones debidamente acolchados a la planta empacadora.

1.5.10 Matriz de limitantes y su abordaje

En el Cuadro 1, se presenta cada una de las principales actividades en la producción de melón, las limitantes más sobresalientes y el abordaje que actualmente realizan para su solución.

Cuadro 1. Matriz de limitantes y su abordaje en la producción de melón. Empresa Agrícola La Labor. Zacapa.

ACTIVIDAD	LIMITANTES	ABORDAJE
Preparación del suelo	Cada 5 años la productividad se reduce, por compactación del suelo	Se emplea subsolador profundo cada 4 años.
Sistema de riego	Por acumulación de calcio se tapan las tuberías.	Limpieza de tuberías a presión, exploración de fuentes con aguas menos duras
Desinfección del suelo	El bromuro de metilo no podrá usarse a partir del año 2015	Reducir su uso a un ciclo de cultivo.
Acolchado	Roturas durante labores culturales; quemado del fruto.	Capacitación del personal de campo; uso de canastillas para evitar quemado
Siembra	Muerte de plántulas	Resiembra
Manejo de plagas y enfermedades	Plagas y enfermedades del suelo no se podrán controlar con bromuro de metilo	Investigar fuentes alternativas al bromuro de metilo para plagas y enfermedades del suelo
Cosecha	Daños mecánicos del fruto	Capacitación constante al personal

1.5.6 Priorización de limitantes

La principal limitante en la producción de melón es en cuanto al manejo de plagas y enfermedades del suelo, la cual actualmente se realiza por medio de bromuro de metilo, pero este presenta restricciones en cuanto su uso y el abordaje para esta limitante básicamente la están dejando en mano de las empresas productoras de pesticidas, por lo que es necesario poder investigar que otras alternativas pueden presentarse y que sean compatibles con el medio ambiente.

1.6 CONCLUSIONES

- 1.6.1 La principal limitante en la producción de melón es que el producto líder que utilizan para el manejo de plagas y enfermedades del suelo no podrá utilizarse a partir del año 2015.

- 1.6.2 El abordaje a la limitante de uso del producto químico bromuro de metilo para el manejo de plagas del suelo está en manos de las casas productoras de agroquímicos.

- 1.6.3 Se necesita evaluar alternativas que sean ambientalmente compatibles para el manejo de plagas del suelo.

- 1.6.4 Otros factores que limitan la producción de melón, están siendo atendidos por el departamento de investigación.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. Eno, CF *et al.* 1995. The effect of anhydrous ammonio on nematoes, fungi, bacteria and nitrification in some Florida Soils. Proc. Soil Science Society of America 19:55-58.
3. Gonzáles Recinos, DA. 2002. Diagnostico general del área productiva de la Empresa Agrícola La Labor S.A. ubicada en la Finca, Guatemala, Estanzuela, Zacapa. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
4. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2005. Hoja de registro de los datos meteorológicos de la estación la La Fragua, Zacapa, Guatemala. Guatemala. 10 p.
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistema de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.
6. Montes, P. *et al.* 2001. Una revisión de los productos alternativos al pentaclorofenato de sodio y bromuro de metilo utilizados en el sector forestal. Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Revista Bosque, 22(1): 86.
7. Simmons, CHS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE ENMIENDA CON BOVINAZA AL SUELO
EN LA REDUCCIÓN DE ENFERMEDADES DE LA RAÍZ EN EL CULTIVO DE MELÓN
(*Cucumis melo* L.) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF IT AMENDS WITH BOVINAZA TO THE FLOOR
IN THE REDUCTION OF ILLNESSES OF THE ROOT IN THE MELON,
IN THE VALLEY OF LA FRAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

Para el control de plagas y enfermedades del suelo en el cultivo de melón en el valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala, uno de los productos que se utiliza con mayor frecuencia y de forma generalizada es el bromuro de metilo; sin embargo, desde 2001 la Agencia de Protección Ambiental (EPA) clasifica al bromuro de metilo en categoría 1 (toxina aguda), es decir, el químico más tóxico, ya que puede causar cáncer, defectos de nacimiento, incluso la muerte y contribuye al calentamiento global al destruir la capa de ozono. Es de uso restringido y debe eliminarse en el 2015, para los países en desarrollo (28).

En ese sentido, es necesario evaluar alternativas, que sean compatibles con el entorno natural y que permitan obtener una producción sostenible en el cultivo de melón, en el valle de la Fragua, Zacapa. La bovinaza fresca, incorporada al suelo antes de la siembra, al descomponerse libera sustancias volátiles (como amoníaco por reducción del amonio) y ácidos orgánicos, que producen efecto nocivo a los patógenos del suelo; en ese sentido, podría constituirse en una alternativa al bromuro de metilo, en el cultivo de melón (12).

El estudio se realizó en Finca Quebrada Honda, Estanzuela, Zacapa y se evaluaron cuatro tratamientos para el control de patógenos del suelo, bovinaza fresca (6.36 kg/m^2) con y sin cobertura plástica, solamente cobertura plástica (solarizado) y el bromuro de metilo. Los cuatro tratamientos tuvieron resultados de forma similar, las poblaciones de *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., y *Helicotylenchus* sp.; la incidencia de *Fusarium* sp., y *Rhizoctonia* sp., fue menor de 2 % y *Didymella bryonae* de 42 %. No existió diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo, por el aporte de nutrientes de la bovinaza, el rendimiento fue mayor al aplicar bovinaza sin plástico con 11,637 kg/ha en frutos de exportación (9, 12 y 15 melones por caja), la mayor tasa marginal de retorno del 433.38 %, por lo que este tratamiento se constituye en una alternativa al bromuro de metilo, para el manejo de plagas y enfermedades del suelo en el cultivo de melón en el valle de la Fragua, Zacapa.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 El cultivo de melón

A. Centro de origen

Existen más de cuatro especies de *Cucumis*, nativas en los trópicos y sub-trópicos de África. Se considera centros de origen secundarios de gran desarrollo: India, Persia, Rusia Meridional y China. Los principales productores de melón en el mundo son China, Irán y España, entre los numerosos países que cultivan la especie (34).

Los orígenes del melón se encuentran en África, pero es en la India donde se encuentra su punto de dispersión, expandiéndose a partir de allí a todas las partes del mundo. Existe también la teoría que proviene del viejo mundo. También, existen áreas productoras de melón en los países cercanos al mediterráneo, Centro y Este de Asia, Sur y Centro América y Centro y Sur de África (13).

B. Clasificación Taxonómica

Reino	Plantae
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Violales
Familia	Cucurbitaceae
Género	<i>Cucumis</i>
Especie	<i>Cucumis melo</i> L. (39).

C. Características botánicas

Cucumis melo, es una especie polimórfica y anual, de tallos lisos o estriados, con pubescencia suave y zarcillos simples. La forma de la lámina varía según el cultivar, desde ovaladas y enteras hasta lobuladas, con cinco a siete segmentos (14).

El fruto presenta variación en forma, textura y color. Puede ser esférico, ovoide, aplastado, liso o con 10 surcos, de superficie brillante y uniforme o cubierta de una capa corchosa

que forma una red. La parte comestible se forma principalmente del pericarpio y en grado menor de las placentas que rodean las semillas; su color varía desde verdoso hasta amarillo rojizo (22).

Las hojas son de tamaño variable, ásperas, redondeadas. La raíz puede penetrar hasta 1.8 m de profundidad y aunque la mayor parte de su sistema radical se mantiene en los primeros 60 cm, se producen raíces adventicias en los nudos de los tallos (38).

En el melón como en la mayoría de plantas cucurbitáceas, la polinización la efectúan los insectos, por lo general las abejas en mayor grado. Las flores se abren tan pronto como calienta el sol y el mismo día por la tarde se cierran las corolas. Mientras dure la florescencia, deben evitarse las aspersiones con insecticidas durante esas horas (7, 27).

El híbrido Durango, es un melón cantaloupe, tipo “Western Shipper”, los frutos son levemente ovalados con altas redecillas, excelente potencial para dar altos contenidos de azúcar, su maduración es lenta y sus pesos oscilan cerca de 1.6 kg (22).

D. Usos del melón

La parte aprovechable de la planta del melón es el fruto, que se dedica principalmente a la alimentación humana. Del fruto prácticamente todo es comestible (22).

E. Condiciones ecológicas del cultivo del melón

El melón se desarrolla bien en climas cálidos y templados, en alturas comprendidas entre 0 a 1,200 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 18 y 25 °C. Requiere un periodo largo sin peligro de heladas y una presión atmosférica alta. Una baja humedad relativa sin lluvias, favorece generalmente la formación de frutos sólidos (17, 36).

Al cultivo de melón le favorecen los suelos planos, con más del 1 % de desnivel o ligeramente pendientes hasta 3%, con agua suficiente para riego, requiere suelos con textura franco arenosos, franco limosos, ricos en materia orgánica, con pH neutro o sub-ácida de 6.0 a 7.5 ya que en condiciones de excesiva acidez o alcalinidad se nota desequilibrio en el crecimiento; sin embargo, pueden utilizarse los suelos livianos y los

pesados arcillosos siempre que estos sean suelos de buena fertilidad, frescos y en condiciones hídricas perfectas (18, 38).

Es indispensable cultivar el melón en climas cálidos y secos, pues no resiste el frío (17).

F. Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo del melón

Entre las plagas que más afectan el cultivo del melón se encuentran los ácaros: araña roja *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* (Acari: Tetranychidae); áfidos: *Aphis gossypii*, el más frecuente y abundante y *Myzus persicae*. (Homoptera: Aphididae); minadores: *Liriomiza* spp. (Diptera: agromicidae); perforadores de melón: *Diaphania hyanilata*, *Diaphania nitidales*; mosca blanca, *Bemisia tabaci*; gusano cogollero o soldado: *Spodoptera exigua*, *S. frugiperda*, *S. eridania*, *S. sunia*, *S. lastifacia*; noctuidos: larvas que causan daño principalmente por el consumo de hojas y ocasionalmente en la superficie de los frutos, (Lepidoptera: Noctuidae); trips: *Frankliniella occidentalis* es la especie más importante en el cultivo de melón, tanto por su distribución y cuantía, como por los daños directos que produce (11, 22, 41).

Entre las enfermedades y fitopatógenos más comunes en el cultivo del melón se cita, en semillero, el colapso o muerte súbita, acremonosis ocasionado por *Acremonium* sp.; colapso relacionado a *Monosporascus* sp.; mildiús (downy mildew): *Sphaerotheca* spp.; gomosis ocasionado por *Didymella bryoniae*; pudrición del hipocotilo: *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp.; fusariosis: *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*; *Alternaria* spp.; Antracnosis, *Colletotrichum orbiculare*, *Cercospora citrullina*; *Oidium* sp., entre otras (11, 26, 41).

2.2.2 Nematodos asociados al cultivo del melón

Los nematodos más comunes que afectan la raíz del melón son: *Rotylenchulus* sp., nematodo reniforme del algodón, papaya, té, tomate, etc.; *Pratylenchus* sp., nematodo lesionador de los árboles y de casi todos los cultivos; *Helicotylenchus* sp., nematodo espiral; *Meloidogyne* sp., nematodo formador de nódulos de la raíz, es el único que causa daños de importancia económica en el cultivo del melón (11, 26, 41).

A. Clasificación taxonómica *Rotylenchulus* sp.

Dominio: Eucariota
Reino: Metazoa
Phylum Nematoda
Clase Secernentea
Orden Tylenchida
Sub-orden: Tylenchina
Superfamilia: Heteroderoidae
Familia: Hoplolaimidae
Género: *Rotylenchulus* (29).

B. Clasificación taxonómica *Pratylenchus* sp.

Dominio: Eucariota
Reino: Metazoa
Phylum Nematoda
Clase Secernentea
Orden Tylenchida
Sub-orden: Tylenchina
Superfamilia: Tylenchoidea
Familia: Pratylenchidae
Género: *Pratylenchus* (29).

C. Clasificación taxonómica *Helicotylenchus* sp.

Dominio: Eucariota
Reino: Metazoa
Phylum Nematoda
Clase Secernentea
Orden Tylenchida
Sub-orden: Tylenchina
Superfamilia: Tylenchoidea
Familia: Hoplolaimidae
Género: *Helicotylenchus* (29).

D. Clasificación taxonómica *Meloidogyne* sp.

Dominio:	Eucariota
Reino:	Metazoa
Phylum	Nematoda
Clase	Secernentea
Orden	Tylenchida
Sub-orden:	Tylenchina
Superfamilia:	Heteroderoidae
Familia:	Heterodidae
Género:	<i>Meloidogyne</i> (29).

E. Características generales

Los nematodos formadores de nódulos de la raíz se encuentran en todo el mundo, pero con mayor frecuencia y abundancia en regiones con clima cálido y tórrido e inviernos cortos y moderados. Estos nematodos se encuentran también en los invernaderos donde se usan suelos no esterilizados. Atacan a más de 200 especies de plantas, incluyendo a la mayoría de plantas cultivadas (2).

Los nematodos formadores de los nódulos de la raíz, dañan a las plantas al debilitar las puntas de la raíz y al inhibir su desarrollo o estimular una formación radical excesiva, pero principalmente al inducir la formación de hinchamientos en las raíces, las cuales no solo privan a las plantas de sus nutrientes, sino también deforman y disminuyen el valor comercial de muchas raíces de cultivos. Cuando las plantas susceptibles son parasitadas en la etapa de plántula, las pérdidas son considerables y pueden dar lugar a la destrucción total del cultivo. La parasitosis que sufren las plantas adultas pueden tener solo efectos ligeros sobre la producción o puede disminuir en forma considerable la producción (2, 32).

F. Anatomía y morfología

Las hembras maduras y fertilizadas adquieren forma de pera y son de color blanco lechoso. En la Figura 1 se muestran las hembras luego de ser extraídas del tejido vegetal. La parte anterior del cuerpo presenta la cabeza, con estilete, el bulbo medio es grande y

las glándulas esofágicas alargadas, de 0.5 a 0.8 mm de largo; vulva posterior, la cutícula no cambia de color. Generalmente se encuentran varias hembras en cada agalla (3).



Figura 1. Hembra de *Meloidogyne* spp. en tejido vegetal, Agudelo (1999).

El macho es filiforme bastante grande (mayor de 1.1 mm) con estilete bien desarrollado, no presentan ala caudal. Los juveniles son filiformes, se caracterizan porque la cola tiene forma de remolino miden 0.4 mm de longitud con estilete delicado (3).

G. Síntomas de daños por nematodos

Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del ambiente, los cuales disminuyen el volumen de agua disponible para la planta. Las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente y una menor cantidad de hojas pequeñas, de color verde pálido o amarillento que tienden a marchitarse cuando el clima es cálido. Las inflorescencias y frutos no se forman o se atrofian y son de baja calidad. Las plantas afectadas a menudo sobreviven durante el transcurso de la estación de crecimiento y rara vez son destruidas prematuramente por la enfermedad (32).

Los síntomas más característicos ocasionados por los nematodos son los que aparecen sobre los órganos subterráneos de las plantas. Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas típicas del nódulo de la raíz, las cuales tienen

diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas (2). En la figura 2 se observan raíces con un alto grado de infestación del nematodo. Tanto la especie de nematodo como la especie de planta determinan el tamaño de la agalla (3).



Figura 2. Agallas producidas por *Meloidogyne* spp. en raíces, Agudelo (1999).

En las raíces infectadas por algunas de las especies de este nematodo se forman, además de agallas, varias ramificaciones cortas de la raíz, las cuales nacen en la parte superior de la agalla y forman un sistema radicular denso y tupido, sin embargo es frecuente que las raíces infectadas sean pequeñas y muestren varios grados de necrosis (2).

La hinchazón de la raíz, se debe también a la hipertrofia e hiperplasia que sufren las células del parénquima vascular, periciclo y endodermis que se encuentra en torno a las células gigantes y al alargamiento del nematodo (2).

Además de las alteraciones que ocasionan las agallas a las plantas, con frecuencia los daños que sufren las plantas infectadas se acrecentan, debido a ciertos hongos patógenos, los cuales atacan con facilidad a los tejidos de las raíces debilitadas y a las células hipertrofiadas sin diferenciar las agallas. Además algunos hongos, como el *Pythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, crecen y se reproducen con mayor rapidez en las agallas que en otras áreas de la raíz, induciendo así una degradación temprana de los tejidos de esta última (2).

H. Diagnóstico

Se puede determinar la presencia del nematodo a simple vista, ya que la presencia de las agallas en las raíces es el síntoma más común, como se observa en la Figura 2. Así mismo, haciendo disecciones finas en las agallas, se pueden encontrar hembras maduras, como se observa en la figura 1. El análisis de suelos y de raíces da la confirmación del mismo, además de la densidad de la población, que es una variable característica que muchos manejan para tomar decisiones para el control (3).

I. Morfología

Los nematodos adultos, macho y hembra del nódulo de la raíz son fáciles de distinguir morfológicamente, los machos son vermiformes y miden aproximadamente de 1.2 a 1.5 mm de largo por 30 a 36 mm de diámetro. Las hembras tienen forma de pera y tamaño aproximado de 0.40 a 1.30 mm de largo por un ancho de 0.27 a 0.75 mm. Cada hembra deposita aproximadamente 500 huevos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce (2).

J. Ciclo de vida

a. Primera etapa juvenil (J1)

La primera etapa juvenil se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla en la segunda etapa juvenil. Esta última forma emerge del huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentra una raíz susceptible (2).

b. Segunda etapa juvenil (J2)

Es vermiforme y es la única etapa infectiva de este nematodo. En caso de que un hospedante susceptible se encuentre en sus alrededores, la juvenil penetra la raíz, se vuelve sedentaria y aumenta de grosor, tomando la forma de una salchicha. El nematodo se alimenta de las células que se encuentran en torno a su cabeza, al insertar su estilete y secretar fluido en ellas. El fluido estimula a las células para que crezcan y también licua parte de su contenido, el cual succiona a través de su estilete (2).

El nematodo sufre una segunda muda y da lugar a la tercera etapa larvaria, la cual es similar a la segunda etapa larvaria, de la cual se diferencia por carecer de estilete y es más gruesa (2).

c. Tercera etapa juvenil (J3)

La tercera etapa juvenil sufre una tercera muda y se desarrolla en la cuarta etapa juvenil, en la cual es posible distinguirlo ya como un individuo macho o hembra (2).

d. Cuarta etapa juvenil (J4)

El macho de la etapa juvenil tiene aspecto vermiforme y se enrolla dentro de la tercera cutícula. Sufre la cuarta y última muda y emerge de la raíz ya como macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo (2).

La hembra de la cuarta etapa juvenil continúa aumentando de grosor y un poco más de longitud, sufre la cuarta y última muda y se desarrolla en una hembra adulta, la cual tiene forma de pera. La hembra adulta continúa hinchándose y ya sea fecundada o no por un macho, forma huevecillos, los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora. Los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz, dependiendo de la posición que tenga la hembra. Estos huevecillos pueden incubarse inmediatamente o invernar para incubarse en la siguiente estación (2).

El ciclo de vida del nematodo concluye a los 25 días a 27°C, pero tarda más tiempo a temperaturas más bajas o más altas. Cuando los huevecillos se incuban, la segunda etapa larvaria infectiva puede migrar del interior de la agallas hacia las partes adyacentes de la raíz y producir nueva parasitosis en la misma raíz, o bien salir de la raíz, parasitar a las demás raíces de la misma planta o a las de otra plantas. El número mayor de nematodos del nódulo de la raíz, comúnmente se encuentra en la zona de la raíz comprendida entre los 5 y los 25 cm, por debajo de la superficie del suelo, no obstante se han encontrado agallas en la raíz del durazno y en otras raíces a una profundidad que va de 2 a 2.5 mm (2).

Los nematodos en general se mueven muy pocos centímetros al año por sus propios medios, sin embargo, *Meloidogyne* spp., posee la capacidad de migrar distancias de 30 a 50 cm verticalmente en el perfil del suelo en muy pocos días. Además puede moverse a través de gradientes de concentración de agua que favorecen su supervivencia y capacidad de detectar a la planta huésped. En general los muestreos entre los 15 y 30 cm de profundidad son adecuados para la determinación de éste nematodo (2).

K. Hospederos

El género *Meloidogyne* es quizá uno de los géneros que tienen el más amplio rango de hospederos alrededor del mundo. Casi el 100 % de plantas ornamentales son susceptibles al nematodo y frecuentemente producen serios problemas (40).

L. Dispersión

La capacidad de los nematodos del nódulo de la raíz de moverse por si mismos es limitada, pero pueden ser dispersados por el agua o por la tierra que se adhiere al equipo agrícola o de otra manera transportados hacia las áreas no infestadas. *Meloidogyne* spp. posee la capacidad de migrar distancias de 30 a 50 cm verticalmente en el perfil del suelo en muy pocos días. En general los muestreos entre los 15 y 30 cm de profundidad son adecuados para la determinación de éste nematodo (2).

M. Métodos de control de nematodos

a. Control cultural (se recomienda)

Manejo del cultivo y tratamiento de tierras, barbecho, inundación, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, temporada de siembra, abonos orgánicos, destrucción de plantas infestadas, plantas trampa y antagonistas (29, 35).

b. Control biológico

Por medio de hongos, Hyphomycetes y Zoopagales. Avermectinas, antibióticos producidos por *Streptomyces avermitilis* (Actinomiceto). Esporas de *Bacillus* y *Pasteuria penetrans*, que es parásito obligado de algunos nemátodos fitoparasitos. Esporas del hongo *Dactylella oviparasitica*, parasita los huevecillos de *Meloidogyne* spp. Protozoarios,

Duboscquia spp. Otros nematodos: *Seinura* spp., *Eudorylaimus* spp. Abonos orgánicos, biofumigación es una técnica utilizada para la reducción de enfermedades (2, 29).

c. Control Físico

Por medio de calor seco, calor húmedo, agua caliente, vapor, solarización, baja temperatura, electricidad, por irrigación, por ondas ultrasónicas, por concentración osmótica (29).

d. Control químico

En el campo, el mejor método de control se logra mediante la fumigación del suelo con compuestos químicos, como el bromuro de metilo (permitido su uso hasta el año 2015) combinado con cloropicrina, metan sodio o metil isotiocianato. Algunos nematicidas de reciente elaboración, como el aldicarb, oxamyl y fenamiphos, se están utilizando con gran eficiencia. Con frecuencia, cada tratamiento da un control satisfactorio del nódulo de la raíz durante una estación (2).

2.2.3 Enfermedades causadas por hongos

A. Gomosis ocasionada por *Didymella bryoniae*

Es una enfermedad muy difundida en todo el mundo, en las cucurbitáceas. Ataca cualquier estado del cultivo afectando toda la parte aérea de las plantas. En las frutas la enfermedad se conoce como pudrición negra (40).

a. Síntomas

En las plantas los síntomas se presentan como manchas café claro u oscura en las hojas cotiledonales. Si el daño ocurre en el hipocotilo y hojas, las lesiones son oscuras y posteriormente dicho tejido se necrosa. El tallo, la lesión se hace más grande hasta estrangularlo, con lo cual las guías se marchitan y mueren, sobre todo a media temporada. En las áreas afectadas se observar en las zonas dañadas un exudado café rojizo, el cual deriva el nombre de la enfermedad, sin embargo este síntoma también lo producen otros patógenos. Dentro del tejido afectado, se ven los peritecios (puntos negros) donde se alojan las esporas del hongo. Las lesiones en las hojas, son manchas irregulares café rojizo con un halo amarillento, donde también allí con frecuencia, se notan peritecios. Si la

lesión se inicia en el borde de las hojas, avanza hacia el centro, tomando un aspecto de tizón (40).

En los frutos se desarrollan lesiones pequeñas acuosas, las cuales se agrandan hasta un tamaño indefinido, exudando también una sustancia de aspecto gomoso y mostrando conspicuos cuerpos fructíferos de hongo de color negro (40).

b. Epidemiología y ciclo de la enfermedad

El patógeno sobrevive de una estación a otra en tallo, desechos de cultivo y la semilla. Y puede perdurar en el suelo hasta por dos años. La temperatura óptima de infección es de 20°C en melón. La humedad y la temperatura, es el factor clave para el desarrollo de la enfermedad, los picos de dispersión de ascosporas ocurren después de las lluvias o durante periodos de rocío en la noche, la infección ocurre al tener por lo menos una hora de humedad en las hojas y si la humedad continua se expande la lesión. En melón se necesita de heridas para que se dé la penetración del hongo, los áfidos y cenicillas predisponen a las plantas al ataque. En melón los cotiledones y plantas jóvenes son muy susceptibles (40).

c. Control recomendado

Tratamientos de semillas, variedades resistentes (si comercialmente son aceptables), rotación de cultivos por dos años, Incorporación y destrucción de rastrojos, manejo de humedad si es posible y control químico (40).

B. Marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*

Dominio:	Procariota
Reino:	Fungi
Phylum:	Ascomycota
Clase:	Ascomycetes
Orden:	Hypocreales
Género:	<i>Fusarium</i>
Especie:	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> (27).

a. Características generales

Fusarium spp. puede reducir fuertemente el rendimiento en campos donde la incidencia de este hongo es alta. Este sobrevive por muchos años en el suelo, la enfermedad es favorecida por climas cálidos y suelos con textura arenosa. En regiones templadas es muy severo en cultivos desarrollados bajo condiciones de invernadero. Los daños se presentan con mayor severidad cuando la planta es sometida a periodos de estrés en la etapa de floración y fructificación (35, 40).

Fusarium sp. es diseminado por semilla, esquejes, plántulas infectadas, maquinaria agrícola, herramientas, agua de riego y cualquier medio que facilite el movimiento de suelo (31, 35).

Una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* sp. se mantendrá así por tiempo definido (2).

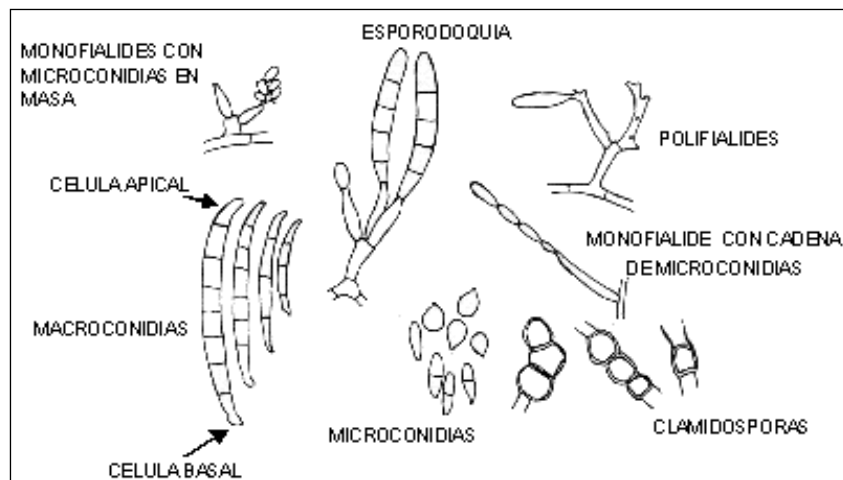


Figura 3. Estructuras reproductivas del género *Fusarium* sp. Agrios (1985).

b. Síntomas

El primer indicio de la fusariosis aparece al inicio de la floración o formación de los primeros frutos, observándose un amarillamiento en las hojas inferiores, generalmente unilateral, puesto que se manifiesta en las hojas e incluso folíolos de un solo lado de la planta. Esto es seguido de marchitamiento y finalmente la muerte de la planta. Otro síntoma característico se observa como una necrosis de color café en los vasos conductores de xilema, lo cual avanza desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la planta. La necrosis es también unilateral y coincide con el amarillamiento del follaje

(Figura 4). Cuando las raíces y tallos son invadidos por el hongo, los síntomas se muestran como una pudrición oscura, particularmente sobre las raíces laterales más pequeñas. Después que la planta muere, y bajo condiciones de ambiente húmedo, el hongo fructifica sobre la superficie del tallo (35, 40).



Figura 4. Marchitez vascular, ocasionada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*, Raymundo, et al (2005).

Con frecuencia los síntomas, aparecen solo en uno de los costados del tallo y avanzan hacia la parte superior de la planta hasta que destruyen al follaje y ocasionan la muerte del tallo. En tanto la planta se encuentre viva, no aparecen sobre su superficie micelio o cuerpos fructíferos del hongo. Los frutos que ocasionalmente son infectados se pudren y desprenden sin que aparezcan manchas en ellos (31, 40).

c. Condiciones para el desarrollo de la enfermedad

La enfermedad puede ocasionar pérdidas considerables, especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones climáticas favorables. La marchitez por *Fusarium* spp. es una enfermedad muy común y destructiva, puede causar pérdidas severas en los cultivos susceptibles, cuando las temperaturas del suelo fluctúan entre 25 a 31 °C, con temperatura óptima de 28 °C, y alta humedad en el suelo (40).

d. Control

- i. **Rotación de cultivos:** El hongo se encuentra tan ampliamente distribuido y es tan persistente en los suelos que la rotación de cultivos tiene un valor limitado.
- ii. **Esterilización de almácigos,** en combinación con rotación de cultivos.
- iii. **Esterilización de suelos:** Demasiada costosa, pero siempre debe practicarse. Con métodos físicos, métodos químicos como el bromuro de metilo (que podrá utilizarse hasta el año 2015) y metan sodio.
- iv. **Uso de semillas sanas y de trasplantes:** es lo más recomendable. Además debe tratarse con agua caliente las semillas sospechosas de estar infectadas.
- v. **Uso de variedades resistentes:** Es el único método práctico para controlar la enfermedad en el campo. La mayoría de variedades existentes en la actualidad no son altamente resistentes al hongo pero en condiciones sub óptimas para que se produzca la infección producen buenos resultados (2).

2.2.4 Bromuro de metilo en el control de enfermedades del suelo

Con la tendencia que existe para obtener nematicidas más estables, menos volátiles y de mayor duración, ha aumentado el peligro de los residuos excesivos en el suelo y las plantas. En general, los nematicidas muy volátiles dejan muy pocos residuos en el suelo, debido a que una parte de la sustancia se evapora y sale del suelo hacia la atmósfera y a los mantos de agua en el subsuelo (30).

El bromuro de metilo (BM) es un gas biocida, que se utiliza como pesticida para controlar varias plagas y enfermedades tanto en el campo como en la ciudad. En el campo generalmente se usa el producto para esterilizar el suelo controlando nematodos, hongos, malezas e insectos. Se aplica inyectándolo al suelo o a los semilleros y substratos, cubriéndolo con plástico para que retenga el gas. Se emplea principalmente en cultivos de “gran valor” como tomates, ajíes, melones, uvas, fresas, tabaco y flores, destinadas a la exportación a los mercados de América del Norte y Europa. El bromuro de metilo se utiliza también para proteger granos almacenados contra varios insectos (16).

A. Efectos del bromuro de metilo sobre el ambiente

En 1992 se reconoció oficialmente el bromuro de metilo como uno de los responsables del deterioro de la capa de ozono. La disminución de la capa de ozono conlleva un aumento de las radiaciones ultravioletas de tipo B, que llegan a la corteza terrestre. Este aumento de las radiaciones es perjudicial para el hombre ya que aumenta el riesgo de cáncer de piel y la aparición de enfermedades oculares.

Si aumentan estas radiaciones, supondría el incremento de la temperatura media de la tierra, por lo que el hielo que se encuentra en los polos comenzaría a pasar a estado líquido, subiendo el nivel del mar (19).

El bromuro de metilo es un agroquímico que desde la década de los 70 se ha venido usando en la agricultura, principalmente para desinfestar suelos y cultivos (granos, frutas, etc). Sin embargo durante su aplicación, una parte se libera a la atmósfera, disminuyendo la concentración de ozono y contribuyendo también a incrementar el efecto de invernadero (5).

B. Efectos para los consumidores y productores agrícolas

El BM es extremadamente tóxico, clasificado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) en la categoría 1, extremadamente tóxico. Penetra especialmente por los pulmones, causando serios problemas, incluso la muerte. Puede atacar el sistema nervioso, provocando mareos, dolor de cabeza, náusea, vómitos, sueño, debilidad, visión borrosa, y en dosis y tiempos prolongados puede provocar convulsiones y desmayos. Después de un contacto excesivo al bromuro de metilo, se presentan daños crónicos irreversibles en el hígado, riñones y pulmones. Según investigaciones, existe la posibilidad de causar cáncer y defectos de nacimiento (28).

C. Eliminación progresiva del bromuro de metilo, según protocolo de Montreal
a. Países desarrollados

- 25 % de reducción para el 1999.
- 50 % de reducción para el 2001.
- 70 % de reducción para el 2003.

- Eliminación para 2005 excepto para usos críticos (5, 33).

b. Países en desarrollo

- Congelación en el 2002 según el promedio de uso 1995 a 1998.
- Revisión del nivel de reducción en el 2003.
- 20 % de reducción para el 2005.
- Eliminación al 2015 excepto para usos críticos (5, 33).

2.2.5 Enmiendas con materia orgánica (MO)

Cuando se adicionan enmiendas orgánicas, aumentan las poblaciones de microorganismos benéficos, que además desarrollan competencia con los patógenos, disminuyendo la población de éstos. La enmienda orgánica se aplica como tal, sin ninguna cubierta plástica (19).

2.2.6 Biofumigación o biosolarización

Biofumigación, es la corrección del suelo con materia orgánica, que a partir de los procesos de degradación, libera gases, los cuales controlan enfermedades radiculares, siempre y cuando el material aplicado se proteja con una cubierta plástica que impida que los gases se liberen a la atmósfera. Es una técnica que simula actividad microbiana en el suelo, con incremento de poblaciones de nematodos predadores (la mayoría son bacteriófagos, alimentándose de microorganismos y materia orgánica del suelo) (21).

Esta práctica es combinada con plástico (transparente), atrapa el calor de la energía solar y aumenta la temperatura y retiene los gases generados durante el proceso. La biofumigación reduce considerablemente el tiempo necesario para completar un control aceptable de plagas a través de la solarización y ha sido usada satisfactoriamente en la producción de morrones, bananas, tomates, melones y otros vegetales (21).

Bello et al. (1999, 2000), definen la biofumigación como la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodegradación de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas, incrementando su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de producción de cultivos. Presentan resultados de su aplicación, en cultivos

de cucurbitáceas, pimientos, zanahoria, tomate y otras hortalizas, en diferentes ambientes de la región mediterránea, obteniendo eficacia similar a los pesticidas convencionales, al mismo tiempo que incrementan los nematodos saprófagos. Diferenciándose de la aplicación de la materia orgánica en la dosis y el método de aplicación (9).

Se desarrollaron sistemas de producción, que incluyen tratamientos en pre-plantación, mediante la aplicación de biofumigación con diferentes tipos de materiales de origen orgánico, como estiércol de pollo más cáscara de arroz, estiércol ovino, estiércol vacuno, gallinaza, restos de cultivos, restos agroindustriales y “compost”; estos tratamientos se complementan con otras prácticas culturales como rotación de cultivos, uso de coberturas vegetales y el empleo de cultivares tolerantes o sensibles a *Meloidogyne* sp. Estos sistemas de manejo, han mostrado alta eficacia en el control de *M. arenaria* y *M. incognita*, destacando el efecto positivo de la biofumigación sobre los factores físicos y químicos del suelo, que repercutió en menor utilización de fertilizantes químicos y en mejor aprovechamiento del agua de riego, durante los ciclos de los diferentes cultivos (1).

Con estos sistemas hortícolas alternativos de producción, se logra disminución e incluso la eliminación del empleo de agroquímicos, así como la reducción de costos de producción, en los cultivos de tomate, pimiento y melón. Estas prácticas agronómicas son de gran interés en el manejo integrado y ecológico de cultivos, incremento de calidad en la producción, eliminando sus efectos negativos sobre la salud y el ambiente, al mismo tiempo que permiten el desarrollo de sistemas agrícolas sustentables (1).

A. Principio de la enmienda de materia orgánica (biofumigación), en el control de patógenos presentes en el suelo

La biofumigación, es una alternativa basada en principios similares de fumigación al bromuro de metilo, con la única diferencia de que en este caso los gases liberados provienen de la descomposición de materia orgánica. La alta temperatura que se origina del proceso de descomposición, potencia su efecto sobre los microorganismos del suelo (8).

Cuando se aplica materia orgánica al suelo se produce una secuencia de cambios microbiológicos. Al principio se produce una proliferación de microorganismos que se nutren y obtienen energía de la materia orgánica, iniciando su descomposición. Durante la descomposición, se estimula el desarrollo de otros organismos, tanto benéficos como perjudiciales (hongos nematófagos, nematodos predadores de nematodos fitoparásitos, lombrices, nematodos omnívoros, hongos, protozoos, algas y otros organismos (8).

La acción de microorganismos en la materia orgánica durante su descomposición, origina una gran cantidad de productos químicos que participan en el control de los patógenos del suelo. El amonio, nitratos, ácido sulfhídrico, otras sustancias volátiles y ácidos orgánicos, producen un efecto nematocida directo sobre la incubación de los huevos o sobre la movilidad de los estados juveniles (6).

La biofumigación utiliza los gases y otros productos resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigante para el control de organismos patógenos de vegetales (6).

La biofumigación estimula la actividad microbiana del suelo, por lo que tiene un efecto biomejorante. Cuando se añade materia orgánica, se produce una secuencia de cambios microbiológicos, con una proliferación inicial de microorganismos que depende de los recursos añadidos (21).

B. Enmienda de materia orgánica, en la práctica de biofumigación y el solarizado, en el control de enfermedades del suelo

Katan (1981) sugiere que la adición de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización (23).

Garibaldi y Gullino (1991) revisan el empleo de la solarización en los países del sur de Europa, indicando que crea vacío microbiológico y no hay eficacia en aquellas capas donde no llega la radiación solar (30-40 cm), puesto que la solarización se basa en el calentamiento del suelo de 36 a 50 °C y esto solo ocurre en los primeros 30 cm (15).

C. Investigaciones relacionadas con el control de *Meloidogyne* sp.

En el 2004 se desarrolló en los campos experimentales del Instituto Tecnológico de Nor-Oriente (ITECNOR) un ensayo para evaluar el efecto de la “biofumigación” utilizando 6.36 kg/m² de estiércol de bovino, que es uno de los materiales con los que más se cuenta dentro de la finca, como agente biofumigante en el control de *Meloidogyne* sp.

En el muestreo inicial (antes de la aplicación del tratamiento) el porcentaje de nematodos fitoparásitos fue mayor a los de vida libre. En el segundo muestreo, 6 semanas después de aplicado el tratamiento, la población de nematodos de vida libre, fue mayor a los nematodos fitoparásitos. Al tercer muestreo, 20 días después de finalizado el tratamiento, se obtuvieron datos mayores de nematodos de vida libre, en relación a los nematodos fitoparásitos. Llegándose a la conclusión, que la técnica de la biofumigación como se denomina a la práctica de incorporación de materia orgánica fresca con cubierta, es eficaz en la reducción de poblaciones de nematodos fitopatoparásitos.

2.3 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.3.1 Objetivo General

- A. Evaluar alternativas para reemplazar el uso de bromuro de metilo en el control de plagas y enfermedades del suelo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), híbrido Durango, bajo condiciones del Valle de la Fragua, Zacapa.

2.1.1 Objetivos Específicos

- A. Determinar el efecto de la aplicación de bovinaza incorporada al suelo y su efecto en la reducción de plagas y enfermedades en el cultivo de melón.
- B. Evaluar el efecto de la aplicación de bovinaza sobre el rendimiento de melón de exportación, de consumo local y total.
- C. Determinar la viabilidad económica de la aplicación al suelo de bovinaza en el cultivo de melón.

2.3.3 Hipótesis

- A. Al menos uno de los tratamientos reduce las plagas y enfermedades en el cultivo de melón.
- B. Por lo menos uno de los tratamientos permite obtener un rendimiento mayor de melón de exportación, consumo local y total.
- C. Al menos uno de los tratamientos evaluados se constituye en una alternativa al bromuro de metilo que sea económicamente viable.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el sector Escalones, de la finca Quebrada Honda, de la Empresa Agrícola La Labor, aldea Guayabal, del municipio de Estandzuela, departamento de Zacapa, ubicado a 4 km de la cabecera municipal de Estandzuela y a 147 km de la Ciudad Capital, con altitud de 230 msnm.

2.4.2 Descripción de los tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos para la reducción de enfermedades radicales en el cultivo de melón; de los cuales, dos tratamientos de bovinaza, bromuro de metilo y testigo relativo al cual no se le aplicó ningún residuo orgánico ni productos químicos como se describe en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS
1	Bovinaza fresca 6.36 kg/m ² sin cubierta plástica
2	Bovinaza fresca 6.36 kg/m ² con cubierta plástica
3	Testigo comparativo, aplicación de bromuro de metilo con cubierta de polietileno.
4	Testigo relativo, cubierta plástica.

2.4.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

El ensayo estuvo conformado por 20 unidades experimentales, distribuidas de manera aleatoria, en un lote de 109 m de largo por 9.0 m de ancho.

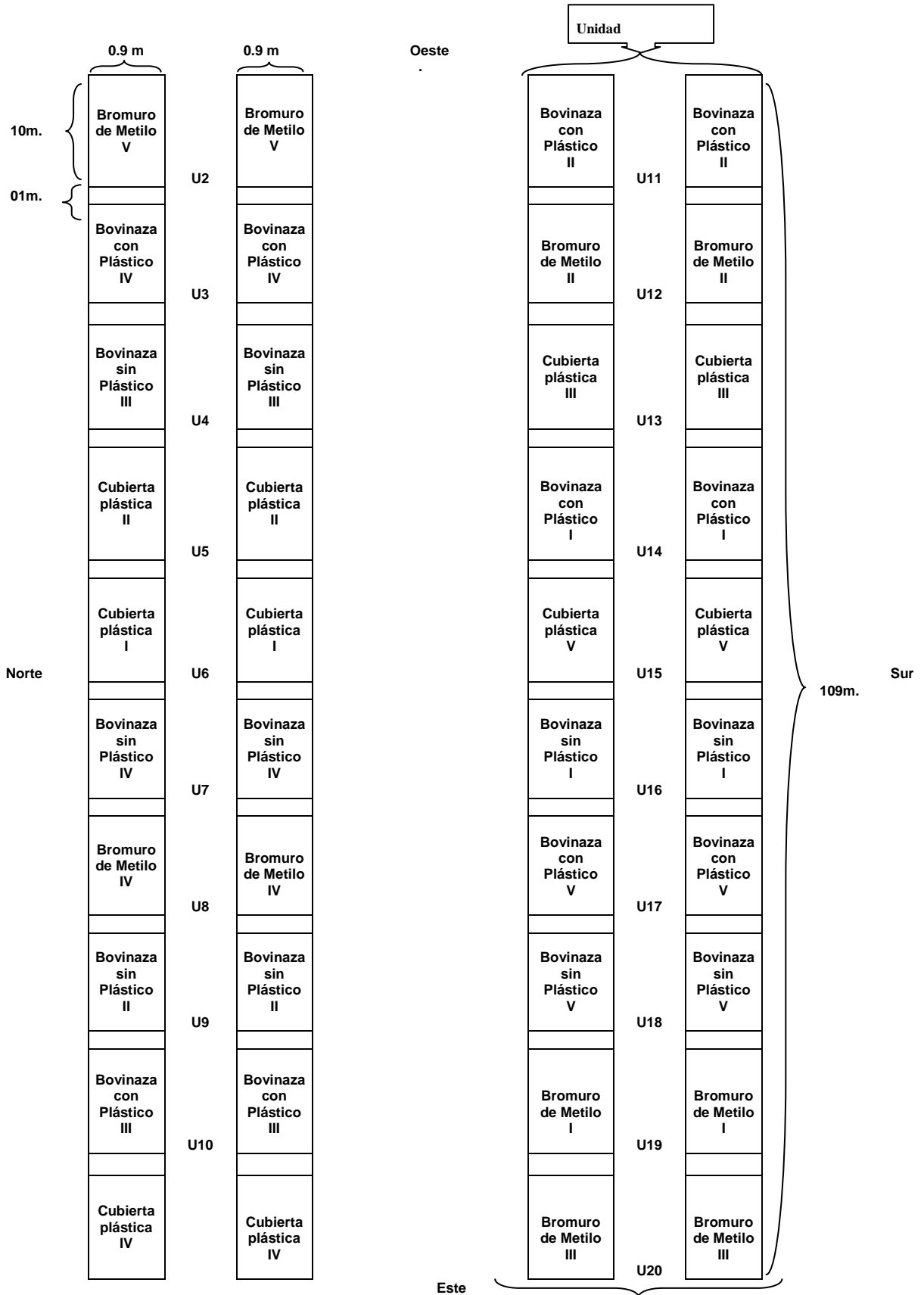


Figura 5. Distribución de los tratamientos evaluados en campo, para el control de plagas y enfermedades. Agrícola La Labor, Zacapa.

A. Modelo estadístico

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

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

U = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado a la i-j-ésima unidad experimental

B. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 10 m de largo por 3.60 m de ancho (36 m²), la cual consistió de dos surcos con distancia de 1.80 m y sobre cada surco 20 posturas separadas a cada 0.50 m. Las posturas fueron colocadas sobre una cama de 0.90 m de ancho y elevación de 0.20 m, teniendo cada unidad experimental dos camas, separadas entre sí 0.90 m y un surco entre cada unidad experimental. Para la parcela neta se consideró los dos surcos quitando de cada extremo 2.50 metros.

C. Variables de respuesta

- A. Número de nematodos en 300 cc de suelo por muestreo.
- B. Incidencia de enfermedades asociadas a hongos del suelo.
- C. Rendimiento de melón en kg/ha.

2.4.4 Manejo del experimento**A. Preparación del suelo**

Consistió en limpiar el terreno, de forma manual, se retiró el plástico utilizado en cultivos anteriores. Paso de rastra para suavizar y airear el terreno. Luego se realizó levantamiento de camas con el uso de cultivadora. La distancia entre surcos fue de 1.80 m y 0.90 m el ancho de la cama o mesa.

B. Aplicación de los tratamientos

Se procedió a la aplicación de los tratamientos en las parcelas correspondientes.

a. Aplicación de materia orgánica bovinaza con plástico

En las parcelas que correspondían, se distribuyó la materia orgánica, a razón de 6.36 kg/m², 114.44 kg/parcela. En seguida, se realizó el paso de rastrillos para homogeneizar la distribución, paso de rastra para lograr la incorporación a 10 cm de suelo, colocación de manguera con goteros, finalmente se emplastizó con uso de la encamadora adaptada al tractor.

b. Aplicación de materia orgánica bovinaza sin plástico

Para las parcelas que correspondía la aplicación de materia orgánica sin el uso de plástico, se procedió a retirar inmediatamente el plástico colocado por la encamadora.

c. Aplicación de bromuro de metilo

Se inyectó el bromuro de metilo a razón de 200 kg/ha con uso de la encamadora que a su vez fue colocando la manguera de riego y el plástico.

d. Manejo del testigo relativo consistente en cubierta plástica del suelo

Con uso de la encamadora, se colocó el plástico y la manguera con goteros. En las parcelas que no correspondía aplicación de algún tratamiento.

e. Emplastizado

Como se describe en los pasos anteriores, se realizó al momento de aplicados los tratamientos, con el uso de la encamadora adaptada al tractor, que a su vez fue colocando la manguera con goteros. Se aplicó plástico blanco-negro, de 1.2 milésimas de grosor, con el fin de impermeabilizar el efecto de los productos aplicados, en los tratamientos correspondientes.

f. Sellado de plástico

Una vez emplastizado se pasó el aporcador, con el fin de tapar áreas sueltas de plástico, dejadas por la encamadora; para evitar fuga de gas, de bromuro de metilo y producto de la biodegradación de la bovinaza.

g. Perforación del plástico

A cuatro semanas de aplicados los tratamientos se procedió a perforar el plástico a 0.5 m de distancia, con diámetro de 7.62 cm, con la finalidad de permitir la aireación de los gases acumulados, antes de realizar el trasplante.

C. Siembra

La se realizó a los tres días de haber perforado el plástico. Se hizo por medio de pilones (siembra indirecta) con distanciamiento entre posturas de 0.5 m y 1.8 m entre surcos; con densidad de 11,111 plantas/ha.

D. Cubierta flotante

Al momento del transplante se colocó la cubierta flotante, utilizando agribón tipo Agril de 17 g/m², 150 cm de ancho, con la finalidad de proteger las plantas, de plagas foliares, desde el transplante al momento de la floración.

E. Fertilización

Durante la etapa del cultivo se aplicaron 160 kilogramos de nitrato de potasio, 97.63 kilogramos de ácido fosfórico, 160 kilogramos de nitrato calcio, 97.63 kilogramos de sulfato de magnesio y 41.98 kilogramos de nitrato de amonio, por hectárea.

F. Riego

Los riegos se realizaron por el sistema de goteo, con goteros marca Cyphoon 25, a 0.35 m, descarga de 1.2 l/h. Distribuidos como se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Programa de riego en el cultivo de melón.

Riego	Etapa del Experimento	Duración
1	6 días de aplicados los tratamientos	14 hr.
2	14 días de aplicado los tratamientos	14 hr.
3	28 días de aplicados los tratamientos	18 hr.
4	Día del trasplante	8 hr.
5	25 días del trasplante	12 hr.
6	32 días del trasplante	12 hr.
7	36 días del trasplante	12 hr.
8	40 días del trasplante	12 hr.
9	42 días del trasplante	6 hr.
10	48 días del trasplante	6 hr.

* Hr de riego, según Lamina aplicada, 14 hr = 28 mm, 18 hr = 36 mm, 8 hr = 16 mm, 12 hr = 24 mm, 6 hr = 12 mm.

Se aplicaron 2 riegos, durante el mes que el suelo estuvo en tratamiento, 1 riego en la semana de eliminación de tratamientos, ventilación, 7 riegos durante cultivo. Cada uno con diferentes horas de aplicación.

G. Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente a los 10, 22, 34 y el último a los 50 días después del trasplante.

H. Colocación de bandejas

Al momento de la fructificación se colocaron bandejas, bajo el fruto, para proteger daños en los frutos, como quemaduras por el contacto con el plástico.

I. Cosecha

Se realizó a los 54 días después del trasplante, con una duración de 10 días, los frutos fueron recolectados, identificados y trasladados a la finca, para obtención de datos de rendimiento y calidad.

J. Toma de datos

a. Muestreo de suelo

Se realizaron 3 muestreos de suelo, desde el inicio de los tratamientos hasta la realización de la cosecha, el primero antes de aplicar los tratamientos, el segundo a las cinco semanas (antes del trasplante) y el tercero 5 semanas después del trasplante.

- Primer muestreo: Día de aplicación de tratamientos, 5 semanas antes del trasplante. Para determinar la población inicial de nematodos fitoparásitos presentes en el suelo antes de la evaluación de los tratamientos.
- Segundo muestreo: Día del trasplante 5 semanas después de aplicados los tratamientos.
- Tercer muestreo: 10 semanas de aplicados los tratamientos, 5 semanas después del trasplante, para determinar la dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos con planta huésped.

Se tomó 4 sub muestras de suelo, al azar, de cada parcela, en profundidad de 5 a 30 cm, para constituir una muestra de aproximadamente $\frac{1}{2}$ kg de suelo, de la cual se tomaron los 300 g para el conteo de géneros de nematodos.

Para el conteo de nematodos del suelo se utilizó la metodología de tamizado centrifugado.

La identificación de géneros se realizó por medio de observaciones de características morfológicas.

b. Incidencia de marchitez vascular causada por patógenos del suelo

Desde el momento del trasplante, se realizaron observaciones para identificar la presencia de plagas y enfermedades.

El apareamiento de síntomas de marchitez vascular se presentó durante el periodo de fructificación, realizándose el muestreo antes de la cosecha.

c. Rendimiento del melón

Frutos en kg/ha que se recolectaron durante los diez días de cosecha y que cumplieron los estándares de calidad.

2.4.5 Método de análisis de la información

Para la variable de respuesta de nematodos por 300 cc de suelo, según el género reportado, se realizó un análisis de regresión simple, colocando en el eje de las "X" el tiempo en semanas y en el eje de las "Y" la población de nematodos; a partir de esta información se obtuvo la ecuación de regresión lineal, donde la pendiente indica la tasa de crecimiento de la población. Para la variable de respuesta enfermedades radiculares, se realizó un análisis de varianza, así mismo para el rendimiento de melón en kilogramos por hectárea. Finalmente se realizó un análisis de dominancia y un análisis de la tasa marginal de retorno, para definir cuál es la alternativa económicamente viable

2.5 RESULTADOS

2.5.1 Población de nematodos en 300 cc de suelo

En el anexo 1 se presentan los resultados de la cantidad de nematodos por 300 cc de suelo, según el género presente en el área experimental.

Los géneros de nematodos encontrados en el ensayo fueron *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Helicotylenchus* sp., y *Meloidogyne* sp., con una población máxima inicial de 14.0, 13.6, 14.8 y 2.2 nematodos por 300 cc de suelo respectivamente; en los párrafos siguientes se discute como dicha población fue controlada según los tratamientos aplicados.

A. Comportamiento de la población de *Pratylenchus* sp.

En la Figura 6, se aprecia que la población de *Pratylenchus* sp. por cada 300 cc de suelo, se redujo producto de la aplicación de cada uno de los cuatro tratamientos. Al aplicar un modelo de regresión lineal a cada tratamiento, para conocer la tasa de reducción de la población de nematodos a través del tiempo, se obtuvo que la mayor tasa de reducción es de 1.70 nematodos por cada 300 cc de suelo, por cada semana transcurrida después de aplicado el tratamiento de bromuro de metilo. Los tratamientos alternativos al uso del bromuro de metilo, tuvieron una menor tasa de reducción de *Pratylenchus* sp. Al aplicar bovinaza al suelo y cubrir la aplicación con plástico, la población se reduce a razón de 1.26 nematodos por cada 300 cc de suelo por semana; al aplicar la bovinaza sin plástico la población se reduce a razón de 1.02 nematodos por 300 cc de suelo por semana; al colocar solamente el plástico sobre el suelo, la población se reduce a razón de 0.88 nematodos por 300 cc de suelo por semana. La acción sobre la población de *Pratylenchus* sp. de aplicar bovinaza y de colocar plástico, se aumenta al combinar ambos tratamientos (Cuadro 4). Ninguno de los tratamientos alternativos al uso del bromuro de metilo evaluados, ofrece un mejor control de la población de *Pratylenchus* sp.

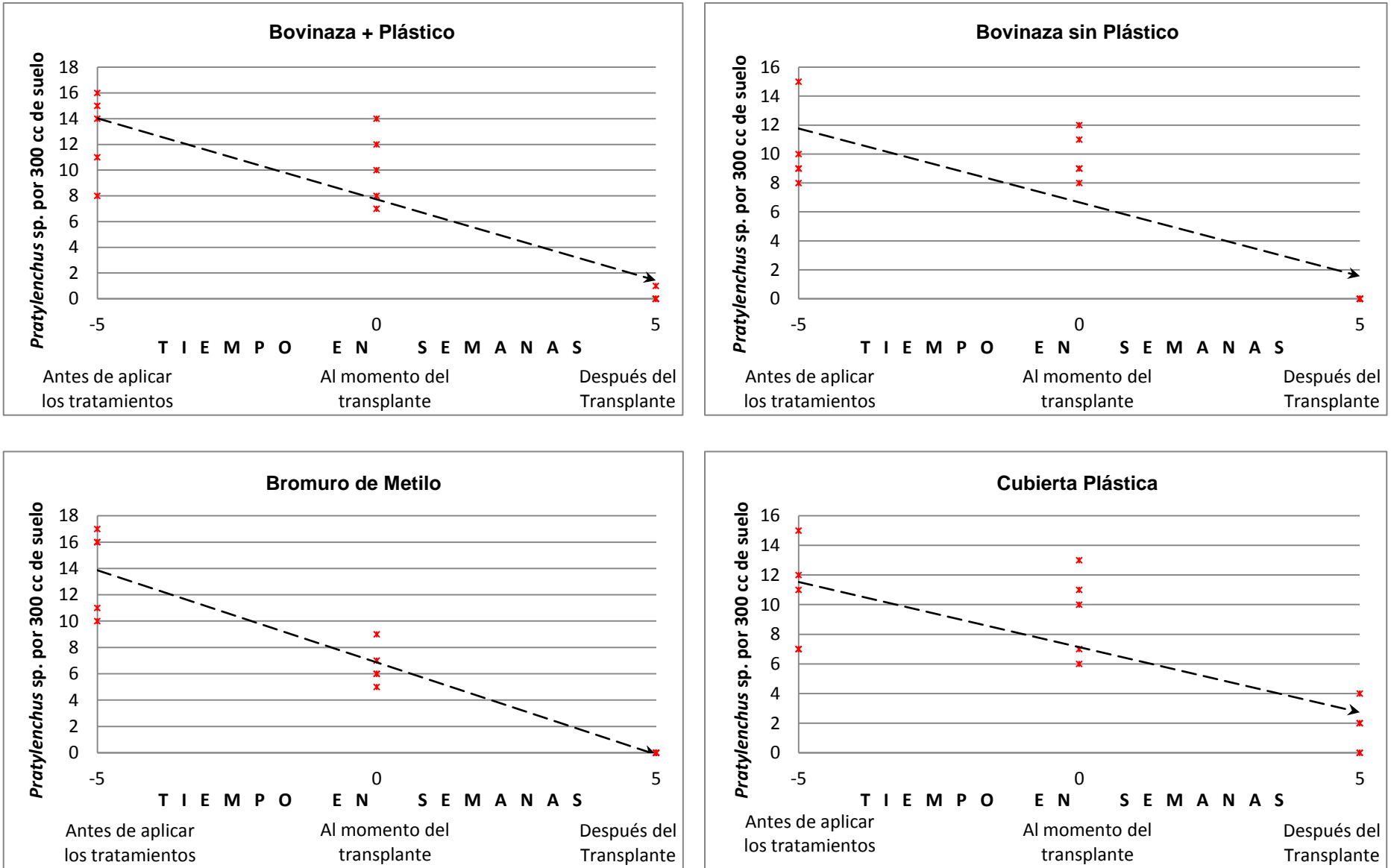


Figura 6. Comportamiento de la población de *Pratylenchus* sp. durante la realización del experimento, según tratamiento evaluado, Zacapa.

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión, que refleja la reducción de la población de *Pratylenchus* sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.

<i>Pratylenchus</i> sp. promedio en 300 cc de suelo			
TRATAMIENTO	Ecuación	Antes	5SDDT
Bovinaza con plástico	$N = -1.26 (S) + 7.7333; r = 0.87$	12.8	0.2
Bovinaza	$N = -1.02 (S) + 6.6667; r = 0.83$	10.2	0.0
Bromuro con plástico	$N = -1.40 (S) + 6.8667; r = 0.90$	14.0	0.0
Plástico	$N = -0.88 (S) + 7.1333; r = 0.77$	10.4	1.6
Donde:			
5SDDT = 5 semanas después del trasplante; Antes = Antes de aplicar los tratamientos			
N = <i>Pratylenchus</i> sp. por 300 cc de suelo			
S = Tiempo en semanas			

B. Comportamiento de la población de *Rotylenchulus* sp. según el tratamiento aplicado.

Los modelos matemáticos que explican el comportamiento de la población de *Rotylenchulus* sp. se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ecuaciones de regresión, que reflejan la reducción de la población de *Rotylenchulus* sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.

<i>Rotylenchulus</i> sp. promedio en 300 cc de suelo			
TRATAMIENTO	Ecuación	Antes	5SDDT
Bovinaza con plástico	$N = -1.26 (S) + 10.733; r = 0.63$	13.6	1.0
Bovinaza	$N = -0.68 (S) + 8.1333; r = 0.35$	6.8	0.0
Bromuro con plástico	$N = -1.34 (S) + 6.3333; r = 0.92$	13.6	0.2
Plástico	$N = -1.02 (S) + 8.4667; r = 0.59$	10.2	0.0
Donde:			
5SDDT = 5 semanas después del trasplante; Antes = Antes de aplicar los tratamientos			
N = <i>Rotylenchulus</i> sp. por 300 cc de suelo			
S = Tiempo en semanas			

La población de *Rotylenchulus* sp. antes de aplicar los tratamientos estuvo en el rango de 6.8 a 13.6 nematodos por 300 cc de suelo; a las cinco semanas después de la siembra se redujo esta población en todos los casos, llegando al nivel más bajo en el tratamiento con bovinaza y con plástico. Las mayores tasas de reducción de nematodos se presentaron en el tratamiento de bromuro de metilo y el de bovinaza con plástico, con reducción de 1.34 y 1.26 nematodos por cada 300 cc de suelo, por cada semana transcurrida luego de aplicados los tratamientos.

C. Comportamiento de la población de *Helicotylenchus* sp. según el tratamiento aplicado.

En el Cuadro 6 se presenta los modelos matemáticos que explican el comportamiento de la población de *Helicotylenchus* sp. en los cuatro tratamientos aplicados.

Cuadro 6. Ecuaciones de regresión, que refleja la reducción de la población de *Helicotylenchus* sp. por cada 300 cc de suelo; según el tratamiento, en el tiempo evaluado.

<i>Helicotylenchus</i> sp. promedio en 300 cc de suelo			
TRATAMIENTO	Ecuación	Antes	5SDDT
Bovinaza con plástico	$N = -0.96(S) + 7.00; r = 0.81$	11.6	2.0
Bovinaza	$N = -0.54(S) + 5.5333; r = 0.67$	7.6	2.2
Bromuro con plástico	$N = -1.04(S) + 8.2667; r = 0.85$	14.8	4.4
Plástico	$N = -1(S) + 7.4667; r = 0.80$	12.0	2.0
Donde:			
5SDDT = 5 semanas después del trasplante; Antes = Antes de aplicar los tratamientos			
N = <i>Helicotylenchus</i> sp. por 300 cc de suelo			
S = Tiempo en semanas			

La población de *Helicotylenchus* sp. antes de aplicar los tratamientos, fluctuó en el rango de 7.6 a 14.8 nematodos por 300 cc de suelo, luego a las cinco semanas después de la siembra se redujo a cerca de 2 a 4 nematodos por 300 cc de suelo. La mayor tasa de reducción se obtuvo cuando se aplicó bromuro de metilo, ya que por cada semana transcurrida desde la aplicación de los tratamientos, la población se redujo a razón de 1.04 nematodos por semana; seguido del tratamiento con plástico y bovinaza con plástico, donde se redujo a razón de 1 y 0.96 nematodos por cada semana.

D. Comportamiento de la población de *Meloidogyne* sp. según el tratamiento aplicado

En el Cuadro 7 se presentan los modelos matemáticos, que explican el comportamiento de la población de *Meloidogyne* sp., en cada uno de los cuatro tratamientos aplicados.

Cuadro 7. Ecuaciones de regresión que refleja el comportamiento de la población de *Meloidogyne* sp. por cada 300 cc de suelo, según el tratamiento, en el tiempo evaluado.

TRATAMIENTO	<i>Meloidogyne</i> sp. promedio en 300 cc de suelo		
	Ecuación	Antes	5SDDT
Bovinaza con plástico	$N = 1.7 (S) + 14.6; r = 0.54$	2.2	19.2
Bovinaza	$N = 2.32 (S) + 15.93; r = 0.74$	0.0	23.2
Bromuro con plástico	$N = 2.32 (S) + 16.8; r = 0.85$	2.0	25.2
Plástico	$N = 2.3 (S) + 16.46; r = 0.75$	0.0	23.0

Donde:

5SDDT = 5 semanas después del transplante; Antes = Antes de aplicar los tratamientos

N = *Meloidogyne* sp. por 300 cc de suelo

S = Tiempo en semanas

En cada uno de los modelos matemáticos se puede observar que la pendiente es positiva, indica que la población de *Meidologyne* sp. después de aplicar los tratamientos, se incrementó. La población antes de aplicar los tratamientos fue entre cero y dos nematodos por 300 cc de suelo, luego a las cinco semanas después de la siembra, la población se incrementó a 20 y 25 nematodos por 300 cc de suelo. Cuando se realizó el primer muestreo, antes de la aplicación de los tratamientos, el suelo no estaba disturbado, luego se labró (arado y rastra) y se aplicaron los tratamientos, con lo cual capas de suelo más profundas con residuos vegetales de raíces infestados pudieron quedar en la zona de muestreo y esta podría ser la razón de que la población de *Meloidogyne* sp. en lugar de disminuir producto de la aplicación de los tratamientos, se incrementó.

E. Análisis integral de los tratamientos aplicados para reducción de nematodos

Dos fueron los tratamientos que presentaron las mejores tasas de reducción de nematodos, siendo estos el bromuro de metilo y la bovinaza con plástico, con tasas de reducción de nematodos en 300 cc de suelo por cada semana transcurrida desde su aplicación de 1.40 y 1.26 para *Pratylenchus* sp., 1.34 y 1.26 para *Rotylenchulus* sp., 1.04 y 0.96 para *Helicotylenchus* sp., respectivamente; con estos resultados se puede decir que la aplicación de bovinaza con plástico ofrece resultados similares que el bromuro de metilo. La respuesta obtenida en la población de *Meloidogyne* sp. que se incrementó después del primer muestreo, puede estar asociada a la remoción de las capas de suelo con el arado y rastreo que se realizó después del primer muestreo y antes de aplicar los tratamientos.

2.5.2 Incidencia de enfermedades radicales causadas por hongos

En el Cuadro 8 se presenta la incidencia (con base a 40 plantas como 100 %) de enfermedades diagnosticadas.

Cuadro 8. Incidencia de fitopatógenos en el cultivo de melón por tratamiento y repetición.

	Rep	Incidencia (40 plantas por parcela)			
		<i>Didymella bryoniae</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Rhizoctonia sp.</i>	Plantas muertas
Bovinaza con plástico	1	90	0	0	25
Bovinaza con plástico	2	35	5	0	30
Bovinaza con plástico	3	45	0	5	25
Bovinaza con plástico	4	85	0	0	15
Bovinaza con plástico	5	25	0	0	40
Bovinaza	1	45	5	0	25
Bovinaza	2	65	5	0	20
Bovinaza	3	40	0	0	10
Bovinaza	4	25	0	0	40
Bovinaza	5	45	0	0	25
Bromuro con plástico	1	45	5	0	25
Bromuro con plástico	2	35	0	0	10
Bromuro con plástico	3	15	0	0	0
Bromuro con plástico	4	30	0	0	10
Bromuro con plástico	5	25	0	0	0
Plástico	1	50	5	0	40
Plástico	2	40	0	5	10
Plástico	3	40	0	0	0
Plástico	4	40	0	0	15
Plástico	5	30	5	0	5

Con los valores del Cuadro 8 para cada una de los hongos determinados se realizó el análisis de varianza (resumen de andevas, en anexo), obteniendo que ninguno de los tratamientos, presenta significancia al cinco por ciento. En el sitio del ensayo, en el valle de la Fragua, Zacapa, la principal enfermedad que se presenta es *Didymella bryoniae*, con incidencia de 42 %; el mal del talluelo, ocasionado por *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* se presenta con incidencia menor a 2 por ciento; asimismo, al momento de la cosecha se tiene un promedio de plantas muertas de 18.50 %, lo que obedece no solo al complejo de enfermedades del suelo, sino también a daños mecánicos durante las primeras fases del ciclo de cultivo.

2.5.3 Rendimiento de melón en kilogramos por hectárea

El melón para comercializarse se empaca en cajas que pueden contener 9, 12 y 15 melones (9`s, 12`s y 15`s) las cuales se exportan a Europa. Cajas de 18 y 23 melones (18`s y 23`s) se venden en el mercado local; el precio del kilogramo de melón varía según la cantidad de melones por caja; la pérdida promedio por rechazo en la planta empacadora fue de 20 %, falta de llenado de la fruta, daños mecánicos, manchas por tierra y quemaduras del sol. En el Cuadro 9 se presenta el rendimiento en kg/ha, según la cantidad de melón por caja de 18.1 kilogramos.

Cuadro 9. Rendimiento de melón en kg/ha según el número de melones por CAJA.

Tratamiento	Kilogramos por hectárea de melón según número de melones por caja					Exportación 9`s, 12`s y 15`s	Mercado Local 18`s y 23`s
	9`s	12`s	15`s	18`s	23`s		
BCP	0	2011	6436	4916	2798	8447	7714
BCP	0	2681	8044	5810	4197	10726	10007
BCP	0	1341	5363	5363	3847	6704	9210
BCP	0	2011	6436	6257	3498	8447	9754
BCP	0	2011	7508	4469	5596	9519	10065
BSP	0	2681	8581	3575	4197	11262	7772
BSP	894	2011	6436	5810	3148	9340	8958
BSP	0	2681	8044	4916	3847	10726	8763
BSP	1788	1341	9653	5810	3498	12782	9307
BSP	0	3352	10726	5363	3148	14078	8511
BRM	894	670	5899	6257	4897	7463	11153
BRM	0	670	6436	5810	3847	7106	9657
BRM	1788	1341	5363	5363	4547	8491	9910
BRM	0	670	6972	6257	3148	7642	9405
BRM	2681	670	7508	5810	4547	10860	10357
PLA	0	0	3218	3575	3847	3218	7423
PLA	0	0	5363	3128	4197	5363	7325
PLA	0	0	4290	4022	3148	4290	7170
PLA	0	0	4827	5363	4547	4827	9910
PLA	0	0	4827	5363	5246	4827	10609

Nota: 9`s, 12`s, 15`s 18`s y 23`s se refiere a 9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja de 18.1 kg respectivamente.
BCP = Bovinaza con plástico; BSP = Bovinaza sin plástico; BRM = Bromuro de metilo; PLA = Plástico

Para conocer el efecto de los tratamientos aplicados para el control del complejo de enfermedades del suelo sobre el rendimiento, se realizaron tres análisis de varianza (ver anexo 4); el primero para el rendimiento total, en kg/ha que incluye 9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja (9`s, 12`s, 15`s, 18`s y 23`s); el segundo análisis de varianza, para el melón de mercado local (18`s y 23`s) y el tercer análisis varianza, para la categoría de melón de exportación (9`s, 12`s y 15`s).

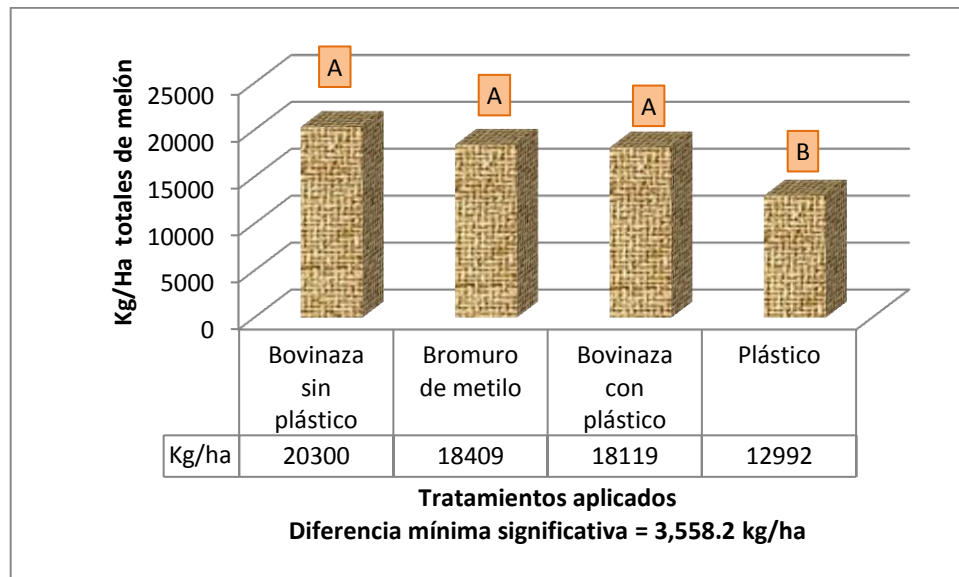
A. Rendimiento de melón total en kg/ha

En el Cuadro 10 se presenta el resumen del análisis de varianza para el rendimiento total de melón que incluye los cinco tamaños, 9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja.

Cuadro 10. Resumen del análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento de melón en kg/ha, total (9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja).

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad > F
Tratamiento	3	146815702.15	48938567.3833	12.6560	0.0002
Error	16	61869224.79	3866826.5494		
Total	19	208684926.95	10983417.2079		
Coeficiente de variación = 11.26 %					

De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se presenta la prueba de separación de medias de Tukey para conocer los grupos estadísticamente diferentes (Figura 7).



Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Figura 7. Prueba de medias de Tukey, para la variable rendimiento total de melón en kg por hectárea.

El mejor rendimiento de melón, total, en kg/ha, lo ocupan los tratamientos de bovinaza sin plástico, bromuro de metilo y bovinaza con plástico, únicamente el rendimiento disminuye significativamente al usar solamente la cubierta plástica al suelo, siendo esta diferencia de

5,127 kilogramos, lo cual supera ampliamente a la diferencia mínima significativa que es de 3,558.20 kilogramos.

B. Rendimiento de melón en kg/ha para mercado local (18 y 23 melones por caja)

El resumen del análisis de varianza, para la variable rendimiento de melón en kilogramos por hectárea para mercado local, de tamaño 18 y 23 melones por caja, indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, presentando un rendimiento promedio de 9,149 kg/ha (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de melón, en kg/ha para mercado local (18 y 23 melones por caja)

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad > F
Tratamiento	3	8063282.80	2687760.9333	2.4206	0.1039
Error	16	17765737.20	1110358.5750		
Total	19	25829020.00	1359422.1053		
Coeficiente de variación = 17.59 %					

C. Rendimiento de melón en kg/ha para exportación (9, 12 y 15 melones por caja)

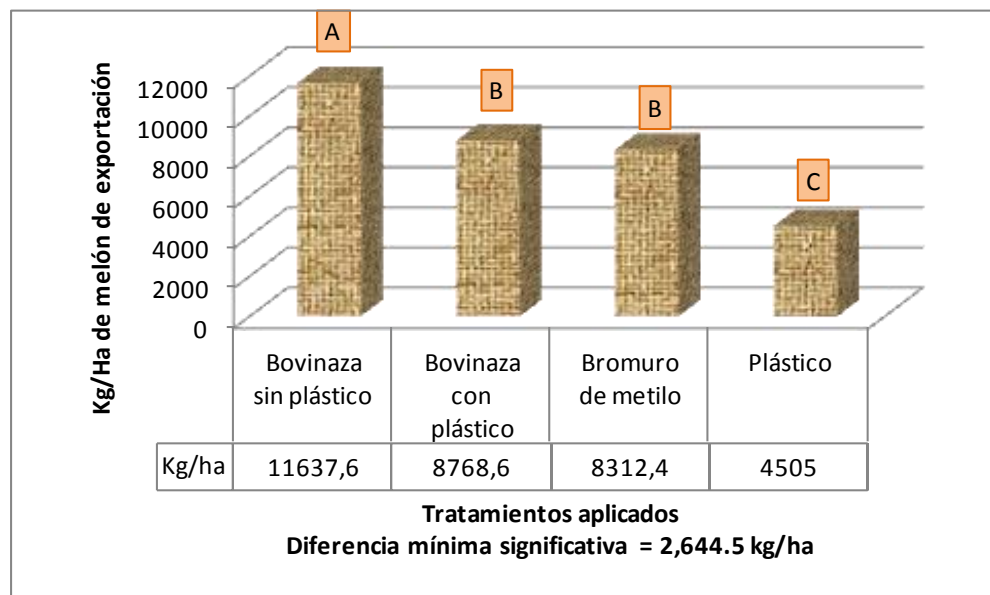
En el Cuadro 12 se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de respuesta, rendimiento de melón en kg/ha para exportación (9, 12 y 15 melones por caja).

Cuadro 12. Resumen del análisis de varianza para el rendimiento de melón en kg/ha, para mercado de exportación (tamaños, 9, 12 y 15 melones por caja).

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Probabilidad > F
Tratamiento	3	128805996.20	42935332.0667	20.1015	0.0001
Error	16	34174807.60	2135925.4750		
Total	19	162980803.80	8577937.0421		
Coeficiente de variación = 17.59 %					

De acuerdo al resumen del Análisis de Varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

En la prueba de Tukey (Figura 8) se aprecian tres grupos distintos estadísticamente al cinco por ciento de significancia, identificados cada uno por las letras del alfabeto. El máximo rendimiento se obtuvo al aplicar la bovinaza al suelo sin plástico, con 11,637.60 kg/ha; un rendimiento medio se obtuvo con la bovinaza con plástico y el bromuro de metilo, con rendimiento de 8768.60 y 8312.40 kg/ha respectivamente; y el menor rendimiento fue de 4,505 kg/ha de melón de exportación, al aplicar únicamente la cubierta plástica al suelo. Considerando que en cuanto al complejo de enfermedades del suelo no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y que solamente para el complejo de nematodos del suelo se presentó reducción, empleando la bovinaza con plástico como tratamiento alternativo al uso del bromuro de metilo, es probable que el aporte de nutrientes que se obtiene directamente de la bovinaza, es el factor que más incide en el rendimiento de melón.



Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Figura 8. Prueba de Tukey para el rendimiento de melón en kg/ha, para mercado de exportación, (9, 12 y 15 melones por caja).

La bovinaza sin plástico pudo liberar de mejor manera los gases contenidos en ella que al cubrirla con plástico, pues esta última tuvo la aireación similar a los demás tratamientos antes de la siembra; la aireación pudo aumentar el aporte de nutrientes, de la bovinaza.

Si se analiza el rendimiento total de melón en kg/ha de tamaños, 9, 12, 15, 18 y 23 melones por caja, únicamente el tratamiento de uso de plástico, presenta el menor rendimiento; si se considera el grupo de melones para mercado local, 18 y 23 melones por caja, no existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento; pero si se analiza los melones de mayor tamaño, los de 9, 12 y 15 melones por caja, el rendimiento se ve afectado por el uso de la bovinaza, debido al aporte de nutrientes, en combinación con el efecto de reducción de las poblaciones de nematodos del suelo.

2.5.4 Análisis económico

Para tomar con mejor criterio el empleo del uso de la bovinaza, se realiza el análisis económico, considerando únicamente los costos que varían por la aplicación de los tratamientos. En el cuadro 13 se presenta el análisis de dominancia de los tratamientos, y con los tratamientos no dominados (ND) se realizó el análisis de la tasa marginal de retorno (Cuadro 14).

Cuadro 13. Análisis de dominancia de los tratamientos.

Análisis de Dominancia			
TRATAMIENTO	Costo Parcial	Ingreso Bruto	Categoría
T4 Plástico	Q 4,088.00	Q 53,567.31	ND
T3 Bromuro de Metilo	Q 12,238.00	Q 78,918.41	ND
T2 Bovinaza sin plástico	Q 14,817.50	Q 90,097.46	ND
T1 Bovinaza con plástico	Q 18,905.50	Q 78,368.41	D

El único tratamiento dominado (D) es el de la bovinaza con plástico, al incrementarse el costo parcial por el uso de este tratamiento no se incrementa el ingreso bruto, sino que al contrario decrece respecto al tratamiento anterior.

Cuadro 14. Análisis de la tasa marginal de retorno

Tasa Marginal de Retorno (%)					
TRATAMIENTO	Costo Parcial	Dif Costo Parcial	Ingreso Bruto	Dif Ingreso Bruto	TMR %
T4 Plástico	Q 4,088.00		Q 53,567.31		
T3 Bromuro de Metilo	Q 12,238.00	Q 8,150.00	Q 78,918.41	Q 25,351.10	311.056458
T2 Bovinaza sin plástico	Q 14,817.50	Q 2,579.50	Q 90,097.46	Q 11,179.04	433.380325

De acuerdo al análisis de la tasa marginal de retorno, el tratamiento que presenta el mejor retorno por su aplicación es el de la bovinaza sin plástico, puesto que es del 433.38 por ciento, por lo que se constituye en una alternativa económica para el uso del bromuro de metilo y así poder cumplir con los estándares internacionales de protección del ambiente en la producción de melón.

2.6 Conclusiones y recomendaciones

A. Conclusiones

- a. El uso de bovinaza fresca aplicada al suelo con cubierta plástica 5 semanas antes de la siembra, reduce las poblaciones de nematodos de los géneros presentes en el cultivo de melón, *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., y *Helicotylenchus* sp. de forma similar al bromuro de metilo.
- b. La población del nematodo *Meloidogyne* sp., fue mayor después de aplicados los tratamientos.
- c. Respecto a las enfermedades del suelo, no existen diferencia significativas entre los tratamientos alternativos al uso del bromuro de metilo, presentándose valores medios del 42 % del mal de talluelo ocasionado por *Didymella bryonae*, menos del 2 % para *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp.
- d. La mayor tasa marginal de retorno, (433.38 %) fue obtenida en el tratamiento donde se utilizó bovinaza fresca sin plástico cinco semanas antes de la siembra.

B. Recomendaciones

- a. Es importante seguir investigando acerca de otras alternativas al uso del bromuro de metilo, que puedan estar disponibles en el mediano y largo plazo en la producción de melón, para que puedan agregarse a la lista de productos alternativos.

2.7 Bibliografía

1. Adunate, WF. 2005. Sistemas hortícolas alternativos de producción en Uruguay (en línea). Montevideo, Uruguay, Secretaría Regional Latinoamericana. Consultado 8 mar 2005. Disponible en <http://www.rel-ita.org/old/agricultura/resumen%20biofumigacion.htm>
2. Agrios, GN. 1985. Fitopatología. México, Limusa. 756 p.
3. Agudelo, JA. 1999. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con zanahoria en el municipio de Villamaría (Caldas). Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. 75 p.
4. Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
5. Álvarez, G. 2004. Proyecto eliminación de bromuro de metilo en el sector melón (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
6. Angus, JF *et al.* 1994. Biofumigation: isothiocyanates released from *Brassica* roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant and Soil* 162:107-112.
7. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 1997. Estudio sobre las exportaciones 1995. Guatemala. 20 p. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
8. Bello, A. 1998. Biofumigation and integrated pest management. *In Alternatives to methyl bromide for the southern european countries*. España, Phytoma. p. 99-126.
9. Bello, A; Escuer, M; Tello, J. 1999. Problemas nematológicos de los cultivos de Guatemala y su manejo agronómico. *In Annual meeting ONTA* (31, 1999, San Juan, Puerto Rico). Abstracts. *Nematropica* 29:116-117.
10. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. Díaz Ruiz, JR; García, YJ. 1994. Enfermedades de las cucurbitáceas en España. Valencia, España, Sociedad Española de Fitopatología-Phytoma. 155 p.
12. Eno, CF *et al.* 1995. The effect of anhydrous ammonio on nematodes, fungi, bacteria and nitrification in some Florida Soils. *Proc. Soil Science Society of America* 19:55-58.

13. Faxsa.com. 1998. Melón (en línea). México. Disponible en <http://www.faxsa.com.mx/c60me001.html>). Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
14. Gardiner, J. 1980. Principios de genética. 5 ed. México, Limusa. 716 p. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
15. Garibaldi, A; Gullino, ML. 1991. Soil solarization in southern european countries, with emphasis on soilborne diseases control of protected crops. *In* Katan, J; De Vay, JE (eds). 1991. Solarization. Boca Raton, FL, US, CRC Press. p. 227-235.
16. Gonzáles Recinos, DA. 2002. Diagnostico general del área productiva de la Empresa Agrícola La Labor, S.A. ubicada en la finca, Guatemala, Estanzuela, Zacapa. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
17. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1980. Guía para el cultivo del melón. Guatemala. 24 p.
18. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 1985. Programa reproducción de hortalizas. Guatemala. 172 p.
19. Infoagro, ES. 2005. El bromuro de metilo y sus alternativas (en línea). España. Consultado 12 abr 2005. Disponible en http://www.infoagro.com/abonos/bromuro_de_metilo.htm
20. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2005. Hoja de registro de los datos meteorológicos de la estación la La Fragua, Zacapa, Guatemala. Guatemala. 10 p.
21. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina, AR). 2004. Biofumigación (en línea). Diario El Telégrafo, AR, febrero 7. Consultado 8 mar 2005. Disponible en <http://www.rel-uita.org/agricultura/biofumigacion.htm>
22. Interempresas.com. 1998. Larga vida y sin semillas en melones y sandias (en línea). España. Disponible en: http://www.ediho.es/horticom/publicac/publicac/juego_v/sh117.html. Citado por Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
23. Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pests. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17:211.
24. Linares, H. 2007. Ficha técnica del melón. Guatemala, UE / AGEXPORT / MINECO. 4 p. (Promoción de inversiones e intercambios comerciales, apoyo al sector de la micro y pequeña empresa en Guatemala).

25. **MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistemas de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.**
26. **Matin, RD; Millar, MR. 1996. Monosporas ans root and vine decline; an emerging disease of melons worldwide. Plant Disease 80(7):716-725.**
27. **Meneses, J. 1962. Pruebas de rendimiento de variedades de melón en la granja experimental Socorrito. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura, Servicio Técnico Internacional de Cooperación Agrícola. 8 p. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.**
28. **Montes, P et al. 2001. Una revisión de los productos alternativos al pentaclorofenato de sodio y bromuro de metilo utilizados en el sector forestal. Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Revista Bosque 22(1):86.**
29. **NAS (National Academy of Science, US). 1978. Control de nematodos parásitos de plantas. México, Limusa. 219 p.**
30. **NAS (National Academy of Science, US). 1987. Regulation pesticides in food. Washington, US. 12 p.**
31. **Nelson, PE, Dignan, MC, Anaissie, EJ. 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. Clin Microbiol. Rev. 7:479-504.**
32. **Orozco Miranda, E. 2003. Anatomía y morfología de nematodos fitoparásitos: manual de laboratorio de introducción a la fitopatología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 13 p. (Practica no. 5).**
33. **PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, KN). 2006. Manual del protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. 7 ed. Kenia, PNUMA, Secretaria de Ozono / UNON. 505 p.**
34. **PUC (Pontificia Universidad Católica de Chile, CL). 1998. Características de la especie de melón (en línea). Chile. Disponible en www.scc.puc.cl/sw_edu/Hort1/melon/características_melo.html. Citado por Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.**
35. **Raymundo, S; García Estrada, R; Carrillo Fasio, JA. 2005. Uso de bioprotectores en el control de *Fusarium* y *Meloidogyne* en la producción de tomate (en línea). Sinaloa, México, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Culiacán. Consultado 12 abr 2005. Disponible en <http://www.biotropic.com.mx/upload/Conferencia%20III%20Seminario%20Dr.%20Raymundo%20Garcia.doc>**

36. Rusell, R. 1969. Producción de melones. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. Boletín no. 4, 13 p. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
37. Simmons, CHS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
38. Solares, K. 1987. Perfil del proyecto cultivo del melón, Chiquimulilla. Tesis Lic. Econ. Guatemala, USAC. 50 p. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
39. TaxonomíaMelon.com. 1998. Clasificación del melón según su taxonomía (en línea). Disponible en www.clasif_taxonomia_melon.html. Citado por: Aldana Estrada, AJ. 1999. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para exportación de 10 híbridos de melón tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
40. VIFINEX, US. 2002. Buenas prácticas agrícolas en cucurbitáceas. Consultado 10 abr 2005. Disponible en <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/BUENASPRACTUCACUCURBITACEAS.pdf>
41. Zitter, TA; Horkins, DL; Thomas, CE. 1996. Compendium of cucurbit diseases. St. Paul, Minesota, US, APS. 87 p

CAPÍTULO III
INFORME DE SERVICIOS
REALIZADOS EN LA DOCENCIA DEL ITECNOR

3.1 PRESENTACIÓN

El apoyo en la docencia en el Instituto Tecnológico del Nororiente ITECNOR, es fundamental, especialmente porque en la actualidad, no se cuenta con presupuestos de insumos para el desarrollo de cada uno de ellos, como tampoco de programas del contenido de los mismos y de material de apoyo al docente.

En este sentido, a través del presente servicio se abre la brecha, para dejar documentado y sistematizada esta información para los cursos que fueron asignados por la dirección del plantel al epeista durante el mes de febrero del año 2005.

Los cursos que fueron atendidos por el epeista a lo largo de nueve meses fueron los siguientes: semillas y viveros, química orgánica y política forestal. Se espera que el proceso de sistematización iniciado con estos cursos de paso al resto del pensum de las distintas carreras que se imparten en el ITECNOR.

En cuanto a la evaluación de los estudiantes, del total del grupo que formaban 40 alumnos únicamente el diez por ciento reprobó las materias. El grupo en general en las tres materias obtuvo un promedio del 68 por ciento.

3.2 DOCENCIA A ESTUDIANTES DEL ITECNOR

3.2.1 Objetivos

A. General

Cumplir con la enseñanza aprendizaje de los contenidos temáticos del programa de estudio de cada curso asignado, respondiendo a los objetivos de la carrera y de la institución.

B. Específicos

- a. Impartir a estudiantes del ITECNOR con un alto nivel académico los cursos de semillas y viveros, química orgánica y política forestal en sus fases teórica y práctica.
- b. Enriquecer y actualizar el material didáctico de cada uno de los cursos impartidos.

3.2.2 Metodología

A. Curso de Semillas y Viveros

Para desarrollar el curso de semillas y viveros, fue necesario presentar un presupuesto a Dirección del ITECNOR de los insumos requeridos por el docente, dicho presupuesto se presenta en el Cuadro 15.

También fue necesario elaborar el programa del curso de semillas y viveros, ya que en la dirección del plantel no se contaba con dicho instrumento docente.

Así mismo para desarrollar las clases teóricas, fue necesario la elaboración de presentaciones en power point de cada uno de los temas tratados, pues tampoco se contaba con material preparado.

Las clases fueron magistrales, empleando los recursos educativos de pizarrón, computadora portátil y proyectos de multimedia. Cada dos meses se realizó una evaluación de los temas tratados en el período, con lo cual se fue acumulando una nota de 70 puntos, incluyendo la práctica de campo. Como trabajo de campo se elaboró un vivero de plantas forestales con especies representativas del área.

B. Curso de Química Orgánica

Para desarrollar el curso de Química Orgánica, fue necesario presentar un presupuesto a Dirección del ITECNOR de los insumos requeridos por el docente, dicho presupuesto se presenta en el Cuadro 16.

También fue necesario elaborar el programa del curso de Química Orgánica, ya que en la dirección del plantel no se contaba con dicho instrumento docente.

Así mismo para desarrollar las clases teóricas, fue necesario la elaboración de presentaciones en power point de cada uno de los temas tratados, pues tampoco se contaba con material preparado.

Las clases fueron magistrales, empleando los recursos educativos de pizarrón, computadora portátil y proyectos de multimedia. Cada dos meses se realizó una evaluación de los temas tratados en el período, con lo cual se fue acumulando una zona de 70 puntos, incluyendo la nota de el laboratorio.

C. Curso de Política Forestal

El curso de Política Forestal, es sumamente importante, pero al igual que los otros dos cursos, no se contaba en el ITECNOR con un programa del mismo, por lo que fue necesaria su elaboración. Por parte de la Dirección se solicitó al epesista realizar un presupuesto de los insumos a utilizarse en el desarrollo del mismo, el cual se presenta en el Cuadro 17.

Se recopiló material bibliográfico, especialmente en el Instituto Nacional de Bosques, tal como la Ley Forestal, la Política Forestal y otros relativos para enriquecer las clases teóricas, así como visitas a la institución, entre otras.

Al igual que en el curso de semillas y viveros, así como química orgánica fue necesario la elaboración de presentaciones en power point de cada uno de los temas tratados, los cuales fueron entregados al Coordinador de Cursos para que puedan utilizarse en los próximos ciclos.

En este caso las clases se formaron grupos de trabajo para discutir los distintos instrumentos elaborados en materia de política forestal y sus implicaciones en el desarrollo forestal del país.

Con evaluaciones quincenales, sobre los temas de trabajo discutidos en grupos y la exposición de los mismos al resto de la clase. Siempre se realizó una evaluación bimensual escrita, atendiendo a las directrices del TECNOR.

3.2.3 Resultados

A. Presupuestos de insumos para impartir los cursos

En los Cuadros 15 y 16 se presentan los presupuestos elaborados para el curso de Semillas y Viveros, en los Cuadros 17 y 18 se presentan los presupuestos para impartir los cursos de Química Orgánica y Política Forestal respectivamente.

Cuadro 15. Presupuesto de insumos para impartir el curso de Semillas y Viveros (Teoría)

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NORORIENTE ITECNOR											
ÁREA:	1001	COSTO TOTAL Q	1,241.10	OBJETIVOS: Que los estudiantes del curso de semillas y viveros adquieran los conocimientos teóricos para el establecimiento y desarrollo de un vivero forestal, características y manejo de las semillas forestales.							
SUB-ÁREA:	07										
CURSO::	89 Semillas y viveros										
DOCENTE:	Oscar Marroquín										
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TAREAS	RESULTADOS	INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	RESPONSABLES		
- Teoría	- Clases Magistrales	- Programación	Los estudiantes del curso de semillas viveros conoceran la importancia del curso para la carrera de industria de la madera, conceptos técnicos, con sustento teórico de las diferentes actividades que se realizan en un vivero forestal.	- Papel Bond tamaño oficio de 80 gramos	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00	- Docente		
		- Preparación de Material didáctico		papel bond t/c 80 g	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00	- Coordinación Académica.		
		- uso de documentos de apoyo		- Marcadores para Pizarra	unidad	3	Q 10.00				
		- presentaciones		- Lapiceros	unidad	3	Q 3.00	Q 9.00			
		- Preparación de Exámenes		- Acetatos para Fotocopiadora	unidad	30	Q 2.00	Q 60.00			
		- Evaluación del curso		- Fotocopias	unidad	400	Q 0.25	Q 100.00			
		- Calificar exámenes		- Almohadilla	unidad	5	Q 4.00	Q 20.00			
		- Tareas		- Internet	hr	30	Q 10.00	Q 300.00			
		Cuadro de notas		- folder t/ c	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00			
				- folder t/ of	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00			
				- papel manila	ciento	1	Q 3.00	Q 3.00			
				- fasner	unidad	10	Q 2.00	Q 20.00			
							- Sub Total				Q 562.00
				- Imprevistos		5%		Q 28.10			
				TOTAL				590.10			
	- Giras	planificación de la gira	Los estudiantes conoceran los diferentes viveros forestales, técnicas, estructuras, especies, metodologías, información técnica entre otras a modo de ampear los conocimientos del estudiante	viáticos	días	6	100.00	600.00			
		notificación		teléfono	minutos	20	1.00	20.00			
		contactos						0.00			
		realización de la gira						0.00			
								0.00			
								0.00			
								0.00			
						- Sub Total				Q 620.00	
				- Imprevistos		5%		31.00			
				TOTAL				651.00			

Cuadro 16. Presupuesto de insumos del vivero para el curso de Semillas y Viveros

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NORORIENTE										
ITECNOR										
ÁREA:	1001	COSTO TOTAL:	Q	3,025.05	OBJETIVOS: Que los estudiantes del curso de semillas y viveros conozcan y realicen las actividades desarrolladas en el establecimiento y desaollo de un vevero foresta. Desde la recolección de la semilla hasta la obtención de plantas para campo definitivo.					
SUB-ÁREA:	01									
CURSO::	89 Semillas y V									
PERÍODO:	ene-oct 06									
DOCENTE:	Oscá Marroquín									
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TAREAS	RESULTADOS	INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	RESPONSABLES	
- Práctica de Campo	Establecimiento y manejo del vivero forestal	diseño del vivero	Los Estudiantes de la Carrera de	madera,	pie cubicos	105	Q 4.00	Q 420.00	- Docente	
		Industria de la madera conoceran	clavos 2"	lb	3	Q 4.00	Q 12.00	- Maestro titular de		
		contrucción de germinadores	las actividades desarrolladas en el	cinta métrica	30 m	1	Q 180.00	Q 180.00	la Carrera de	
		recolección de sustratos	establecimiento y manejo de un	garrucha para recol de frutos	unidad	1	Q 500.00	Q 500.00	Industria de la	
		recolección de semillas	vivero forestal como curso básico	rafia	rollo	1	Q 55.00	Q 55.00		
			de la carrera y como parte de la	combustible	gl	12	Q 27.00	Q 324.00		
		llenado bolsas	inserción de los bosques a la	bolsas polietileno 4*8*2"	millar	3	Q 30.00	Q 90.00		
		enraizamiento de estacas	actividad productiva.	agroquímicos	kg	3	Q 210.00	Q 630.00		
		transplante		arena blanca	m3	2	Q 65.00	Q 130.00		
				compost bovino	m3	2	Q 110.00	Q 220.00		
		producción de abono orgánico		cuchilla de transplante/	unidad	6	Q 30.00	Q 180.00		
				urea	qq	1	Q 110.00	Q 110.00		
				estiércol de bovino	m3	2	Q 15.00	Q 30.00		
						- Sub Total			Q 2,881.00	
						- Imprevistos	5%		Q 144.05	
TOTAL								Q 3,025.05		

Cuadro 17. Presupuesto de insumos para impartir el curso de Química Orgánica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NORORIENTE										
ITECNOR										
ÁREA:	1001	COSTO TOTAL	Q	982.28	OBJETIVOS: Que los estudiantes del curso conozcan la importancia de la química orgánica en la carrera de industria alimentaria, industria de la madera y gestión de recurso hídricos, obtengan los conocimientos y estar en capacidad de aplicarlos a las carreras y a la vida misma					
SUB-ÁREA:	04									
CURSO::	8 Química Orgánica									
DOCENTE:	Oscar Marroquín									
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TAREAS	RESULTADOS	INSUMOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	RESPONSABLES	
- Teoría	- Clases Magistrales	- Programación	Los estudiantes del curso conocerán la importancia del estudio de los componentes del carbono, nomenclatura, síntesis, usos y aplicaciones. Principalmente el conocimiento de los compuestos relacionados a las carreras y de los que en nuestra sociedad moderna forman parte de la vida diaria.	- Papel bond t/of 80 gr	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00	Docente Coordinación Académica.	
		- Preparación de Material didáctico		papel bond t/c 80 gr	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00		
		- uso de documentos de apoyo		- Marcadores/ Pizarra	unidad	3	Q 10.00			
		pláticas de campo		- Lapiceros	unidad	3	Q 3.00	Q 9.00		
		presentaciones		- Acetatos/Fotocop	unidad	30	Q 2.00	Q 60.00		
		- Preparación de		- Fotocopias	unidad	150	Q 0.25	Q 37.50		
		- Evaluación del curso		- Almohadilla	unidad	5	Q 4.00	Q 20.00		
		- Calificar exámenes		- Internet	hr	40	Q 10.00	Q 400.00		
		- Tareas		- folder t/ c	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00		
		cuador de notas		- folder t/ of	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00		
				- perforador	unidad	1	Q 50.00	Q 50.00		
				- grapadora	unidad	1	Q 70.00	Q 70.00		
				- grapas	caja	1	Q 6.00	Q 6.00		
				- papel manila	ciento	1	Q 3.00	Q 3.00		
				- fasner	unidad	10	Q 2.00	Q 20.00		
				- Sub Total				Q 725.50		
				- Imprevistos		5%		Q 36.28		
				TOTAL				761.78		
	- Giras		conocer los procesos para la extracción y síntesis de productos orgánicos como aceites esenciales, bebidas alcohólicas, jabones, entre otros.	viaticos	dias	2	100.00	200.00		
				telefono	minutos	10	1.00	10.00		
									0.00	
				planificación de la gira					0.00	
				notificación					0.00	
	contactos									
	realización de la gira									
				- Sub Total				Q 210.00		
				- Imprevistos		5%		10.50		
				TOTAL				220.50		

Cuadro 18. Presupuesto de insumos para impartir el curso de Política Forestal

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NORORIENTE											
ITECNOR											
SUB-ÁREA:	07	COSTO TOTAL	1,244.78	OBJETIVOS: Que los estudiantes del curso conozcan la política forestal de Guatemala, su importancia y relación con el manejo y probchamiento de los bosques de Guatemala.							
CURSO:	Política Forestal										
DOCENTE:	Oscar Marroquín										
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TAREAS	RESULTADOS	INSUMOS	UN MED	CANTIDAD	COST UNI	SUB TOTAL	RESPONS		
Teoría	Clases Magistrales	- Programación	Los estudiantes del curso conocerán la importancia de la política forestal para la sostenibilidad de los bosques de Guatemala, los objetivos de la política, los instrumentos como la ley forestal: conocimiento y discusión, las herramientas como los incentivos forestales, para el fortalecimiento del sector forestal e inserción de los bosques a la actividad productiva a través del manejo sostenible y fomento de la industria y artesanía.	- Papel bond t/o 80 g	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00	- Docente - Coordinación Académica.		
		- Preparación de material didáctico		Papel bond t/c 80 g	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00			
		- documentos de apoyo		-Marcadores/ Pizarra	unidad	3	Q 10.00	Q 30.00			
		- Platicas de campo		- Lapiceros	unidad	3	Q 3.00	Q 9.00			
		- presentaciones		- Acetatos p/fotocop	unidad	30	Q 2.00	Q 60.00			
		- Preparar Exámenes		- Fotocopias	unidad	150	Q 0.25	Q 37.50			
		- Evaluación del curso		- Almohadilla	unidad	5	Q 4.00	Q 20.00			
		- Calificar exámenes		- Internet	hr	20	Q 10.00	Q 200.00			
		- Tareas		- folder t/ c	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00			
		Cuadros de notas		- folder t/ of	unidad	5	Q 3.00	Q 15.00			
				- perforador	unidad	1	Q 50.00	Q 50.00			
				- grapadora	unidad	1	Q 70.00	Q 70.00			
				- grapas	caja	1	Q 6.00	Q 6.00			
				- papel manila	ciento	1	Q 3.00	Q 3.00			
				- fasner	unidad	10	Q 2.00	Q 20.00			
			- Sub Total				Q 555.50				
			- Imprevistos		5%		Q 27.78				
			TOTAL					583.28			
	- Giras		Los estudiantes conocerán el estado actual de los recursos forestales, y las acciones implementadas por parte del instituto nacional de bosque en cumplimiento de los objetivos de la política forestal de	viaticos	dias	6	100.00	600.00			
		planificación de la gira		telefono	minutos	30	1.00	30.00	0.00		
		notificación							0.00		
		contactos							0.00		
		realización de las giras							0.00		
			- Sub Total				Q 630.00				
			- Imprevistos		5%		31.50				
			TOTAL					661.50			

B. Programa del curso de Semillas y Viveros

a. Objetivos

- Planificar las actividades de un vivero forestal, en base a su diseño, flujo de producción y control de costos.
- Identificar, recolectar y manejar semillas de especies forestales.
- Definir programas fitosanitarios y nutricionales dentro del vivero.
- Evaluar la calidad de las plantas de acuerdo a las exigencias del mercado actual.
- Establecer viveros forestales con fines productivos y comercializar sus productos.

b. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS	PORCENTAJE
1. Generalidades e importancia de los viveros forestales	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones • Ciencias auxiliares • Importancia para el país • Situación forestal y cambio climático 	5
2. Propagación Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Sexual y asexual • Semillas (biología, recolección, secado, certificación). • Métodos de propagación 	10
3. Planeación del vivero	<ul style="list-style-type: none"> • Organización y planificación • Selección del sitio • Diseño del vivero • Establecimiento del vivero • Costos de producción 	5
4. Características del área	<ul style="list-style-type: none"> • Accesabilidad • Condiciones biofísicas 	5
5. Diseño del vivero	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de viveros forestales • Sistemas de producción 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión • Forma general del vivero 	10
6. Flujo de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del sitio • Preparación del sustrato • Desinfección • Llenado y alineado de bolsas • Siembra • Trasplante • Riegos • Limpias • Control de plagas y enfermedades • Fertilización 	40
7. Calidad del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Vigor de la planta • Muestreo 	5
8. Aspectos administrativos	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra • Densidad • Registro de actividades 	10
9. Control de costos y comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Costos fijos y variables • Rentabilidad • Promoción del vivero • Producción bajo contrato • Producción sin contrato 	10

C. Programa del curso de Química Orgánica

a. Objetivos

- Relacionar los fundamentos teóricos con la práctica
- Comprobar fundamentos teóricos
- Reconocer la importancia de la práctica
- Integrar sus conocimientos y relacionarlos con otros cursos.

b. Programa del curso

UNIDAD	CONTENIDO	PORCENTAJE
I	Historia e importancia de la Química Orgánica, su evolución, propiedades del carbono, fuerzas intermoleculares, grupo funcional, diferencia entre química orgánica e inorgánica, enlace químico. Hidrocarburos Saturados e Insaturados: Alcanos y Cicloalcanos: Estructura, propiedades físicas y químicas, nomenclatura común y UIQPA, métodos de preparación y reacciones.	25
II	Alquenos y Cicloalquenos: Estructura, propiedades físicas y químicas nomenclatura común y UIQPA, isómeros cis-trans, reacciones métodos de elaboración. Alquinos y cicloalquinos: Estructura, propiedades físicas y químicas, nomenclatura común y UIQPA, usos reacciones y método de elaboración	25
III	Hidrocarburos Aromáticos: Análisis de la molécula de benceno, estabilidad; nomenclatura común y UIQPA, propiedades físicas y químicas usos, heterocíclicos. Halogenuros de Alquilo: Estructura propiedades físicas y químicas, nomenclatura común y UIQPA, uso y preparación. Alcoholes, Fenoles, Esteres: Estructura, propiedades físicas y químicas, nomenclatura común y UIQPA, usos, reacciones y métodos de preparación.	25
IV	Cetonas y Aldehídos: Estructura, propiedades físicas y químicas, nomenclatura común y UIQPA, usos, reacciones, métodos de preparación. Introducción a la Bioquímica: Aminoácidos, carbohidratos, proteínas, vitaminas y enzimas.	25

D. Programa del curso de Política Forestal

a. Objetivos

- Participar activamente en procesos de toma de decisión siguiendo las líneas de política y dentro del marco legal forestal nacional.
- Conocer la problemática actual del sector forestal guatemalteco.
- Comprender y describir la política forestal de Guatemala.
- Evaluar y monitorear las condiciones esenciales para el cumplimiento de la política forestal.

b. Programa del curso

UNIDAD	CONTENIDOS	PORCENTAJE
1. Generalidades del curso	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones • Estado de derecho • Constitución política de la república 	10
2. Política forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de la política • Alcances y limitaciones • Relación con las leyes vigentes 	20
3. El sector forestal y la política forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Avance de la frontera agrícola • Intensidad de uso de la tierra • Repercusiones sobre el cambio climático 	30
4. Condiciones del sector forestal en el marco integral de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Los acuerdos de paz • Política agraria y sectorial • Reconversión del estado y marco de funcionamiento de políticas del MAGA • Plan de acción forestal de Guatemala 	15
5. Marco de aplicación de la política forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Ley forestal, decreto 101-96 • Ley de áreas protegidas, decreto 4- 	

	89	15
	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de protección y conservación del ambiente • Leyes del MARN 	
6. Convenios, instituciones y organizaciones involucrados en la cooperación ambiental nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios internacionales ratificados por Guatemala • Instituciones, organizaciones y proyectos en los recursos forestales • Cooperación regional e internacional 	10

E. Evaluación de los estudiantes en los tres cursos

En el Cuadro 19, se presenta la cantidad de estudiantes por cada uno de los tres cursos, los estudiantes que aprobaron el curso, el porcentaje de reprobación y los totales.

Cuadro 19. Porcentaje de estudiantes en los cursos impartidos

CURSO	ESTUDIANTE POR CURSO	ESTUDIANTES APROBADOS	ESTUDIANTES REPROBADOS	% DE REPROBADOS	PROMEDIO POR CURSO
Química Orgánica	20	19	1	5	67
Política Forestal	10	9	1	10	68
Semillas y Viveros**	10	8	2	20	68
TOTAL	40	36	4	10	68

3.2.4 Evaluación

Los instrumentos desarrollados para impartir los cursos de Semillas y Viveros, Química Orgánica y Política Forestal, contribuirán a mejorar y a sistematizar la docencia en el ITECNOR; se espera que así mismo que los otros cursos que no atendió el epesista en el corto y mediano plazo puedan contar con sus presupuestos de operación, programas del curso y material de apoyo al docente.

4. ANEXOS

ANEXO 1. Población de nematodos según género y muestreo por tratamiento.

Trat	5SAT	T	5SDT	5SAT	T	5SDT	5SAT	T	5SDT	5SAT	T	5SDT
	M1Pra	M2Pra	M3Pra	M1Rot	M2Rot	M3Rot	M1Hel	M2Hel	M3Hel	M1Mei	M2Mei	M3Mei
BcP	15	12	0	20	14	3	11	6	2	0	19	20
BcP	11	10	0	6	25	2	14	8	2	11	45	20
BcP	16	7	0	14	14	0	18	7	1	0	26	26
BcP	8	8	0	11	14	0	4	6	3	0	0	18
BcP	14	14	1	17	21	0	11	10	2	0	22	12
BsP	10	11	0	8	10	0	12	6	2	0	28	14
BsP	9	12	0	5	22	0	2	6	4	0	15	27
BsP	8	9	0	2	20	0	7	9	0	0	35	25
BsP	15	8	0	11	16	0	10	5	2	0	25	35
BsP	9	9	0	8	20	0	7	8	3	0	20	15
Brm	11	5	0	18	6	0	19	6	4	0	26	27
Brm	16	7	0	16	8	0	15	4	1	0	20	23
Brm	17	6	0	11	4	0	15	5	5	0	19	18
Brm	8	9	0	10	3	0	13	7	6	0	23	28
Brm	10	6	0	13	3	1	12	6	6	10	28	30
Pla	7	7	2	8	13	0	16	5	4	0	25	22
Pla	7	10	0	12	15	0	8	8	0	0	30	15
Pla	12	13	2	6	12	0	18	10	0	0	22	31
Pla	11	6	4	18	21	0	8	12	2	0	30	30
Pla	15	11	0	7	15	0	10	7	4	0	25	17

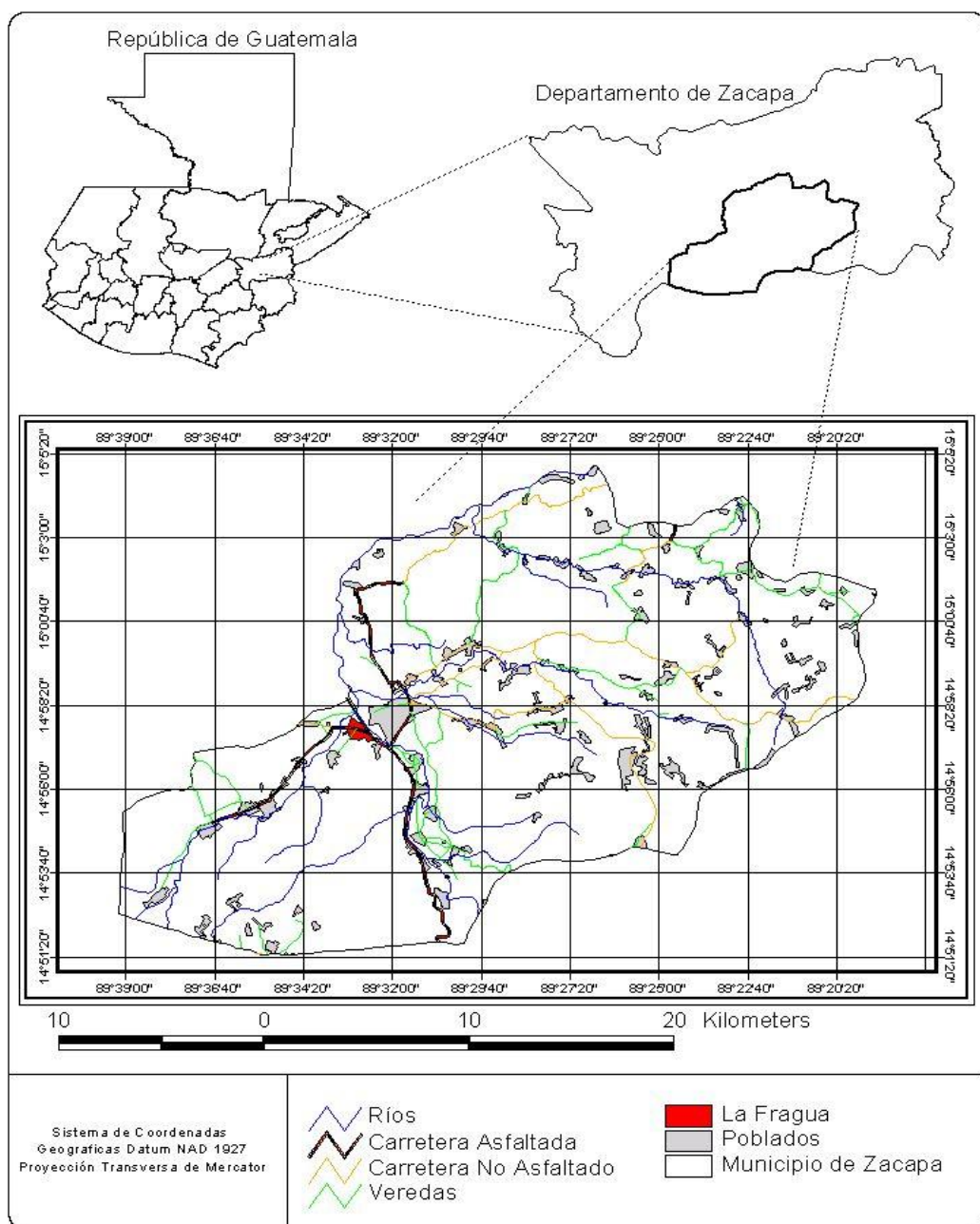


Figura9A. Mapa de ubicación geográfica, donde se realizó la investigación, La Fragua, Zacapa.

ANEXO 2. Producción de melón en cajas/ha y kg/ha según el número de melones por caja

		Cajas por hectárea								Kilogramos por hectárea					
		9 melones por caja de exportación								9 melones por caja de exportación					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio		TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio	
T1 Bovinaza con plástico	0	0	0	0	0	0		T1 Bovinaza con plástico	0	0	0	0	0	0	
T2 Bovinaza sin plástico	0	49	0	99	0	30		T2 Bovinaza sin plástico	0	894	0	1788	0	536	
T3 Bromuro de Metilo	49	0	99	0	148	59		T3 Bromuro de Metilo	894	0	1788	0	2681	1073	
T4 Plástico	0	0	0	0	0	0		T4 Plástico	0	0	0	0	0	0	
		Cajas por hectárea								Kilogramos por hectárea					
		12 melones por caja de exportación								12 melones por caja de exportación					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio		TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio	
T1 Bovinaza con plástico	111	148	74	111	111	111		T1 Bovinaza con plástico	2011	2681	1341	2011	2011	2011	
T2 Bovinaza sin plástico	148	111	148	74	185	133		T2 Bovinaza sin plástico	2681	2011	2681	1341	3352	2413	
T3 Bromuro de Metilo	37	37	74	37	37	44		T3 Bromuro de Metilo	670	670	1341	670	670	804	
T4 Plástico	0	0	0	0	0	0		T4 Plástico	0	0	0	0	0	0	
		Cajas por hectárea								Kilogramos por hectárea					
		15 melones por caja de exportación								15 melones por caja de exportación					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio		TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio	
T1 Bovinaza con plástico	356	444	296	356	415	373		T1 Bovinaza con plástico	6436	8044	5363	6436	7508	6757	
T2 Bovinaza sin plástico	474	356	444	533	593	480		T2 Bovinaza sin plástico	8581	6436	8044	9653	10726	8688	
T3 Bromuro de Metilo	326	356	296	385	415	356		T3 Bromuro de Metilo	5899	6436	5363	6972	7508	6436	
T4 Plástico	178	296	237	267	267	249		T4 Plástico	3218	5363	4290	4827	4827	4505	
		Cajas por hectárea								Kilogramos por hectárea					
		18 melones por caja de exportación								18 melones por caja de exportación					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio		TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio	
T1 Bovinaza con plástico	272	321	296	346	247	296		T1 Bovinaza con plástico	4916	5810	5363	6257	4469	5363	
T2 Bovinaza sin plástico	198	321	272	321	296	281		T2 Bovinaza sin plástico	3575	5810	4916	5810	5363	5095	
T3 Bromuro de Metilo	346	321	296	346	321	326		T3 Bromuro de Metilo	6257	5810	5363	6257	5810	5899	
T4 Plástico	198	173	222	296	296	237		T4 Plástico	3575	3128	4022	5363	5363	4290	
		Cajas por hectárea								Kilogramos por hectárea					
		23 melones por caja de exportación								23 melones por caja de exportación					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio		TRATAMIENTO	I	II	III	IV	V	Promedio	
T1 Bovinaza con plástico	155	213	232	193	309	220		T1 Bovinaza con plástico	2798	3847	4197	3498	5596	3987	
T2 Bovinaza sin plástico	232	174	213	193	174	197		T2 Bovinaza sin plástico	4197	3148	3847	3498	3148	3568	
T3 Bromuro de Metilo	271	213	251	174	251	232		T3 Bromuro de Metilo	4897	3847	4547	3148	4547	4197	
T4 Plástico	213	232	174	251	290	232		T4 Plástico	3847	4197	3148	4547	5246	4197	

ANEXO 3. Análisis de varianza para las variables de respuesta, enfermedades del suelo.

```

The SAS System
General Linear Models Procedure
Class Level Information
Class Levels Values
TRAT 4 BCP BRM BSP TES
Number of observations in data set = 20

```

```

The SAS System
General Linear Models Procedure

```

```

Dependent Variable: DID
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 69.40000000 23.13333333 1.84 0.1813
Error 16 201.60000000 12.60000000
Corrected Total 19 271.00000000
R-Square C.V. Root MSE DID Mean
0.256089 41.76056 3.54964787 8.50000000

```

```

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 69.40000000 23.13333333 1.84 0.1813
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 69.40000000 23.13333333 1.84 0.1813

```

```

The SAS System
General Linear Models Procedure

```

```

Dependent Variable: FUR
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 0.20000000 0.06666667 0.27 0.8484
Error 16 4.00000000 0.25000000
Corrected Total 19 4.20000000
R-Square C.V. Root MSE FUR Mean
0.047619 166.6667 0.50000000 0.30000000

```

```

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 0.20000000 0.06666667 0.27 0.8484
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 0.20000000 0.06666667 0.27 0.8484

```

```

The SAS System
General Linear Models Procedure

```

```

Dependent Variable: RHI
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 0.20000000 0.06666667 0.67 0.5847
Error 16 1.60000000 0.10000000
Corrected Total 19 1.80000000
R-Square C.V. Root MSE RHI Mean
0.111111 316.2278 0.31622777 0.10000000

```

```

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 0.20000000 0.06666667 0.67 0.5847
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 0.20000000 0.06666667 0.67 0.5847

```

```

The SAS System
General Linear Models Procedure

```

```

Dependent Variable: PMU
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 42.60000000 14.20000000 2.59 0.0886
Error 16 87.60000000 5.47500000
Corrected Total 19 130.20000000
R-Square C.V. Root MSE PMU Mean
0.327189 63.23978 2.33987179 3.70000000

```

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	42.6000000	14.2000000	2.59	0.0886
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	42.6000000	14.2000000	2.59	0.0886

The SAS System 6
 General Linear Models Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: DID
 NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 12.6
 Critical Value of Studentized Range= 4.046
 Minimum Significant Difference= 6.423
 Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	11.200	5	BCP
A			
A	8.800	5	BSP
A			
A	8.000	5	TES
A			
A	6.000	5	BRM

The SAS System 7
 General Linear Models Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: FUR
 NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 0.25
 Critical Value of Studentized Range= 4.046
 Minimum Significant Difference= 0.9047
 Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	0.4000	5	BSP
A			
A	0.4000	5	TES
A			
A	0.2000	5	BCP
A			
A	0.2000	5	BRM

The SAS System 8
 General Linear Models Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: RHI
 NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 0.1
 Critical Value of Studentized Range= 4.046
 Minimum Significant Difference= 0.5722
 Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	0.2000	5	BCP
A			
A	0.2000	5	TES
A			
A	0.0000	5	BSP
A			
A	0.0000	5	BRM

The SAS System

9

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PMU

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 5.475

Critical Value of Studentized Range= 4.046

Minimum Significant Difference= 4.2339

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	5.400	5	BCP
A			
A	4.800	5	BSP
A			
A	2.800	5	TES
A			
A	1.800	5	BRM

ANEXO 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento de melón en kilogramos por hectárea

```

The SAS System 1
General Linear Models Procedure
Class Level Information
Class Levels Values
TRAT 4 BCP BRM BSP PLA

Number of observations in data set = 20

The SAS System 2
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EXP
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 128805996.20000000 42935332.06666660 20.10 0.0001
Error 16 34174807.60000000 2135925.47500000
Corrected Total 19 162980803.80000000
R-Square C.V. Root MSE EXP Mean
0.790314 17.59569 1461.48057633 8305.90000000

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 128805996.20000000 42935332.06666670 20.10 0.0001
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 128805996.20000000 42935332.06666660 20.10 0.0001
The SAS System 3

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: LOC
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 8063282.80000000 2687760.93333333 2.42 0.1039
Error 16 17765737.20000000 1110358.57500000
Corrected Total 19 25829020.00000000
R-Square C.V. Root MSE LOC Mean
0.312179 11.51749 1053.73553371 9149.00000000

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 8063282.80000000 2687760.93333333 2.42 0.1039
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 8063282.80000000 2687760.93333333 2.42 0.1039
The SAS System 4

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TOT
Source DF Sum of Squares Mean Square F Value Pr > F
Model 3 146815702.15000000 48938567.38333330 12.66 0.0002
Error 16 61869224.79999990 3866826.54999999
Corrected Total 19 208684926.95000000
R-Square C.V. Root MSE TOT Mean
0.703528 11.26571 1966.42481423 17454.95000000

Source DF Type I SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 146815702.14999900 48938567.38333330 12.66 0.0002
Source DF Type III SS Mean Square F Value Pr > F
TRAT 3 146815702.14999900 48938567.38333330 12.66 0.0002

```

5

The SAS System
General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: EXP

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 2135925
Critical Value of Studentized Range= 4.046
Minimum Significant Difference= 2644.5

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	11637.6	5	BSP
B	8768.6	5	BCP
B	8312.4	5	BRM
C	4505.0	5	PLA

6

The SAS System
General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: LOC

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 1110359
Critical Value of Studentized Range= 4.046
Minimum Significant Difference= 1906.7

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	10096.4	5	BRM
A	9350.0	5	BCP
A	8662.2	5	BSP
A	8487.4	5	PLA

7

The SAS System
General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: TOT

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 3866827
Critical Value of Studentized Range= 4.046
Minimum Significant Difference= 3558.2

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	20300	5	BSP
A	18409	5	BRM
A	18119	5	BCP
B	12992	5	PLA

ANEXO 5. Datos para el análisis económico

Plástico:						
Q. 0.73 el m ² ; se necesitan 5,600 m ² /ha; Q. 4,088.00/ha						
Bovinaza:						
Saco de 38.63 Kg cuesta Q. 18.00; se aplicó a razón de 6.36 kg/m ² sobre la cama de 0.90 m; Q. 14,817.50/ha						
Bromuro de metilo:						
Q. 39.00 el kilogramo a razón de 200 kg/Ha; Q. 7,800.00/ha						

Cálculo del ingreso bruto según el número de melones por caja

TRATAMIENTO	9 melones/caja		12 melones/caja		15 melones/caja		18 melones/caja		23 melones/caja		IBT	Costo Parcial
	Kg/ha	IB	Kg/ha	IB	Kg/ha	IB	Kg/ha	IB	Kg/ha	IB		
T1 Bovinaza con plástico	0	Q -	2011	Q 10,552.30	6757	Q 32,769.69	5363	Q 20,465.07	3987	Q 14,581.36	Q 78,368.41	Q 18,905.50
T2 Bovinaza sin plástico	536	Q 2,813.95	2413	Q 12,662.76	8688	Q 42,132.46	5095	Q 19,441.81	3568	Q 13,046.48	Q 90,097.46	Q 14,817.50
T3 Bromuro de Metilo	1073	Q 5,627.89	804	Q 4,220.92	6436	Q 31,209.23	5899	Q 22,511.57	4197	Q 15,348.80	Q 78,918.41	Q 12,238.00
T4 Plástico	0	Q -	0	Q -	4505	Q 21,846.46	4290	Q 16,372.05	4197	Q 15,348.80	Q 53,567.31	Q 4,088.00
Cambio Q. 7.95 por un dólar		\$ 0.66/kg		\$ 0.66/kg		\$ 0.61/kg		\$ 0.48/kg		\$ 0.46/kg		

