

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BOTANICOS (*Crotalaria longirostrata*,
Tagetes tenuifolia y *Asparagus officinalis*) Y DOS CONCENTRACIONES PARA
CONTROL DEL NEMATODO *MELOIDOGYNE SP.* EN EL CULTIVO DE
ZANAHORIA(*Daucus carota*); A NIVEL DE INVERNADERO.**

TESIS

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

POR

ALEJANDRO ENRIQUE CARRANZA GONZALEZ

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, ENERO 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. ARIEL ABDERRAMAN ORTIZ LOPEZ
VOCAL I	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL II	Ing. Agr. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL III	Ing. Agr. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV	Bachiller LUIS ANTONIO RAGUAY PIRIQUE
VOCAL V	Bachiller JUAN MANUEL COREA OCHOA
SECRETARIO	Ing. Agr. PEDRO PELAEZ REYES

Guatemala, enero 2004

Honorable Junta Directiva

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el documento de graduación titulado:

EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BOTANICOS (*Crotalaria longirostrata*, *Tagetes tenuifolia* y *Asparagus officinalis*) Y DOS CONCENTRACIONES PARA CONTROL DEL NEMATODO *MELOIDOGYNE SP.* EN EL CULTIVO DE LA ZANAHORIA(*Daucus carota*); A NIVEL DE INVERNADERO.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

De ustedes atentamente:

ALEJANDRO ENRIQUE CARRANZA GONZALEZ
Carné 8716558

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Todopoderoso que me brindó su **Espíritu Santo** para poder culminar mis estudios Universitarios.

MIS PADRES: Emilio Domingo Carranza Hernández y María Agudelia González de Carranza por su apoyo moral y espiritual y principalmente por su amor de padres.

MIS ABUELOS: Olimpia Hernández de Carranza (QEPD), Miguel González y Virgilia Quevedo de González (QEPD), por sus consejos y cariño.

MIS HERMANOS: Lorena Carranza de Casún y Jaime Carranza por su ayuda espiritual e incondicional para culminar mi carrera profesional.

MIS SOBRINOS: Junior, Omar, Jaimito y Alex por sus sonrisas y abrazos.

FAMILIARES: Por sus consejos y cariño.

GRUPOS Y COMUNIDADES: Por su orientación espiritual cristiana en el transcurso de mi vida.

AMISTADES: Por su amistad y compartimiento en las diferentes actividades de la vida; especialmente con las del hospital de Rehabilitación, Casa Hogar Jardín “Niño de Praga”, Grupo Encuentros de Amistad, Grupo Scouts 22 y de la amistad de Ingrid, Regina, Zoila, Mayra, Cristel, María del Carmen, Valeska, Alejandro, Rosario, Bety (QEPD), Bin (QEPD) y Carlos Sactic (QEPD).

TESIS QUE DEDICO

A: Mi bella Guatemala

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Instituto Técnico Diversificado de Bachillerato en Construcción.

Instituto Experimental de Educación Media “Dr. Carlos Federico Mora”.

Escuela de varones David Vela

Colegio Mixto Cultura

Todas las personas que se esfuerzan para que este país salga adelante.

Las instituciones que colaboraron en la realización de esta investigación como ALTERTEC INCORPORADO por su apoyo financiero y técnico, así como de otras instituciones como AMSA, ANACAFE y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por su ayuda incondicional en el desarrollo de la presente investigación (y no olvidándome de otras instituciones como Farmaya, ICTA, Universidad del Valle de Guatemala, etc., que de una u otra forma colaboraron con este estudio).

AGRADECIMIENTOS

A: Nuestro hermano **Jesucristo** por haber salvado al mundo y a nuestra madre la virgen María por haber dicho sí al plan de Dios.

Mis asesores de tesis el Ing. Agr. Msc. Edil Rodríguez Quezada y el Ing. Agr. Raúl Escobar Salazar y a otras personas por su orientación y conocimientos para realización de este estudio.

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 CONTAMINACION AGROQUIMICA DEL SUELO, AGUA Y AIRE.....	3
3.1.2 NEMATODOS FITOPARASITICOS.....	4
A. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DE LOS NEMATODOS.....	4
B. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS NEMATODOS.....	4
C. NEMATODOS DEL GENERO MELOIDOGYNE.....	5
a. PARASITISMO.....	5
b. CICLO DE VIDA.....	6
c. HABITOS DE ALIMENTACION.....	7
d. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO.....	7
e. LESIONES A LOS VEGETALES.....	8
f. DISTRIBUCION DE LOS NEMATODOS EN EL SUELO.....	8
g. MOVIMIENTO NATURAL DE LOS NEMATODOS.....	8
h. SINTOMATOLOGIA.....	9
i. DISEMINACION.....	10
j. RELACIONES ECOLOGICAS.....	10
k. LA FISIOLOGIA DE LOS NEMATODOS EN RELACION CON SU CONTROL	11
l. INTERRELACIONES DE LOS NEMATODOS CON OTROS ORGANISMOS PRODUCTORES DE ENFERMEDADES	12
m. NEMATODOS PARASITOS DE VEGETALES.....	12
3.1.3 PLANTAS CON PROPIEDADES NEMATICIDAS.....	14
A. ESTUDIOS REALIZADOS.....	14
a. <i>Asparagus officinalis</i>	18
b. <i>Tagetes tenuifolia</i>	19
c. <i>Crotalaria longirostrata</i>	20
3.2 MARCO REFERENCIAL	22
3.2.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	22
A. DESCRIPCION GENERAL.....	22
3.2.2 LUGAR DE COLECTA Y ESTADO DE DESARROLLO DE LAS PLANTAS.....	22

4. OBJETIVOS.....	23
4.1 GENERAL.....	23
4.2 ESPECIFICOS.....	23
5. HIPOTESIS.....	24
6. METODOLOGIA.....	25
6.1 DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION.....	25
6.1.1 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	25
A. ESPECIES UTILIZADAS.....	25
B. FUENTE DE INOCULO.....	25
C. CULTIVO.....	25
6.1.2 FASE DE LABORATORIO.....	26
A. PREPARACION DE LOS TRATAMIENTOS.....	26
B. OBTENCION DE LOS EXTRACTOS.....	26
C. EXTRACCION DE LOS NEMATODOS DE LAS RAICES.....	26
a. METODO DE LA CAMARA NEBULIZADORA.....	26
6.1.3 FASE DE INVERNADERO.....	27
A. TRATAMIENTOS.....	27
B. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
C. PREPARACION DEL SUELO.....	27
D. SIEMBRA.....	28
E. INOCULACIONES.....	28
F. EXTRACTOS USADOS.....	28
G. FERTILIZACION.....	28
H. LIMPIAS.....	29
I. FUMIGACIONES.....	29
J. VARIABLES QUE SE MIDIERON.....	29
a. RENDIMIENTO.....	29
b. SEVERIDAD.....	29
c. NUMERO DE NEMATODOS FITOPARASITICOS VIVOS.....	29
K. COSECHA.....	29
a. RENDIMIENTO.....	29
b. SEVERIDAD.....	29
c. NUMERO DE NEMATODOS FITOPARASITICOS VIVOS.....	29
6.1.4 FASE DE ANALISIS DE LA INFORMACION.....	30
7. RESULTADOS.....	31
7.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD Y ANALISIS DE VARIANZAS.....	34
8. CONCLUSIONES.....	38
9. RECOMENDACIONES.....	39
10. BIBLIOGRAFIA.....	40
11. APENDICES.....	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos en el diseño experimental. CEDA.1999.....	27
Cuadro 2 Rendimiento de la zanahoria por unidad experimental expresado en gramos por 0.24 metros cuadrados, CEDA, 1999.....	31
Cuadro 3 Severidad de ataque de la plaga de nematodos sobre la zanahoria por unidad experimental expresado en porcentaje por 0.24 metros cuadrados, CEDA, 1999.....	32
Cuadro 4 Número de nematodos fitoparasíticos vivos por unidad experimental, por cada 2 cc de muestra líquida, laboratorio de fitopatología de la FAUSAC, 1999.....	33
Cuadro 5 Prueba de Normalidad para los datos de la variable rendimiento (grs.).....	34
Cuadro 6 Análisis de Varianza para los datos de la variable rendimiento (grs.).....	35
Cuadro 7 Prueba de Normalidad para los datos de la variable severidad (%).....	35
Cuadro 8 Análisis de Varianza para los datos de la variable severidad (%).....	36
Cuadro 9 Prueba de Normalidad para los datos de la variable número de nematodos fitoparasíticos vivos.....	36
Cuadro 10 Análisis de Varianza para los datos de la variable número de nematodos fitoparasíticos Vivos.....	37
Cuadro 11A Datos de las tres variables evaluadas del diseño experimental.....	48
Cuadro 12A Análisis de Varianza y Pruebas de Normalidad a través de SAS, para las tres variables evaluadas.....	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gráfica de barras de la variable rendimiento por tratamiento en el cultivo de la zanahoria.....	31
Figura 2 Gráfica de barras de la variable severidad en porcentaje por tratamiento en el cultivo de la zanahoria.....	32
Figura 3 Gráfica de barras de la variable número de nematodos fitoparasíticos vivos por tratamiento en las muestras líquidas.....	33
Figura 4A Esquema del ingrediente activo α -Tertienilo.....	47
Figura 5A Esquemas valorativos de severidad (en porcentaje), del daño sobre las raíces de zanahoria causado por los nematodos del tipo <i>Meloidogyne sp.</i>	53
Figura 6A Ciclo biológico de <i>Meloidogyne spp.</i> Deguran 1983.....	54
Figura 7A Ubicación geográfica de la aldea Chimachoy, San Andrés Itzapa, Chimaltenango.....	55
Figura 8A Características morfológicas y anatómicas de la hembra y el macho de un nematodo fitoparasítico típico.....	56
Figura 9A Morfología y tamaño relativo, aproximado, de los géneros más importantes de nemátodos fitoparásitos.....	57
Figura 10A Agallamiento en zanahorias, producidos por un nematodo nódulo radicular, <i>Meloidogyne incognita</i>	58
Figura 11A Formulas estructurales de los diferentes ingredientes activos.....	60
Figura 12A Molino de cuchillas para moler pastos y concentrados.....	61
Figura 13A Gráficas de las pruebas de Normalidad de las tres variables evaluadas a través de SAS.....	63
Figura 14A Deformación de las zanahorias causada por <i>Meloidogyne sp.</i> En Tonga.....	64

EVALUACION DE TRES PRODUCTOS BOTANICOS (*Crotalaria longirostrata*,
Tagetes tenuifolia y *Asparagus officinalis*) Y DOS CONCENTRACIONES PARA
CONTROL DEL NEMATODO *MELOIDOGYNE SP.* EN EL CULTIVO DE
ZANAHORIA(*Daucus carota*); A NIVEL DE INVERNADERO.

EVALUATION OF THREE BOTANIC PRODUCTS (*Crotalaria longirostrata*,
Tagetes tenuifolia y *Asparagus officinalis*) IN TWO CONCENTRATIONS FOR
NEMATODE *MELOIDOGYNE SP.* CONTROL IN GREEN HOUSE CARROT
(*Daucus carota*) PRODUCTION.

RESUMEN

El cultivo de zanahoria en diferentes regiones del altiplano, especialmente en el área de San Andrés Itzapa; ha sido afectado por nematodos fitoparásitos, causando deformaciones en las raíces y provocando con ello pérdidas económicas a los agricultores. Los agricultores han tratado de resolver el problema aplicando productos químicos los cuales no son específicos para el control de los nematodos.

Como alternativa de solución a dicho problema se ha propuesto la utilización de nematicidas naturales de origen vegetal; pretendiendo con ello, reducir el uso de plaguicidas químicos, disminuir el daño al ambiente y bajar los costos de producción.

Este estudio se basa en la recolección de material experimental de origen vegetal, tal como: *Asparagus officinalis*, *Tagetes tenuifolia* y *Crotalaria longirostrata*; de donde fueron extraídos los respectivos ingredientes activos para el control de nematodos. Como fuente de inóculo se utilizó raíces de plantas parasitadas de donde se extrajeron los nematodos para ser inoculados. El trabajo se efectuó en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), en donde se montó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron 3 variables respuesta: Rendimiento de la zanahoria, Porcentaje de severidad de la plaga de nematodos y Número de nematodos fitoparasíticos vivos.

Los resultados de los análisis estadísticos reportan que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Se recomienda experimentar con otros métodos que extraigan las moléculas vegetales nematicidas o que se realicen estudios para saber que parte de las plantas nematicidas poseen la mayor concentración del ingrediente para el control de los nematodos fitoparasíticos.

1. INTRODUCCION

En el Altiplano Central y Occidental del país las hortalizas constituyen cultivos intensivos, que se adaptan a climas templados y fríos dominantes en la región y que a la vez presentan alta rentabilidad, por ello han sido consideradas como una alternativa de diversificación. Especialmente el cultivo de zanahoria en la región mencionada constituye una buena fuente de ingresos, ya que se reportó que para el año de 1997 se tuvo una producción nacional de 500 qq/ha (22.68 ton/ha) (5).

En Guatemala hay muchos lugares que producen zanahoria en forma comercial, pero aún se carece de información sobre aspectos de manejo de esta hortaliza, por lo que se hace necesario realizar trabajos de investigación orientados a mejorar su producción a nivel nacional.

En la región del altiplano, especialmente en el área de San Andrés Itzapa, se tienen serios problemas en cuanto a daños producidos por altas poblaciones de nematodos, principalmente del género *Meloidogyne*, registrándose en algunos casos, hasta el 40% de pérdidas(10).

El uso de plaguicidas sintéticos se ha venido realizando indiscriminadamente para combatir plagas de los cultivos, lo que ha provocado desequilibrios que perjudican el ambiente en general. Se puede mencionar que el uso desmedido de plaguicidas en los cultivos hortícolas es perjudicial tanto para productores, como para consumidores. Una alternativa de solución a los problemas planteados anteriormente consiste en el uso y manejo de plaguicidas botánicos, que en la mayoría de los casos requieren de menor equipo de protección, disminuyen considerablemente el daño al ambiente y ocasionan bajos costos de producción. Tal es el caso del uso de *Crotalaria sp.*(Chipilin), *Tagetes sp.*(Flor de muerto) y *Asparagus officinalis*(Espárrago), en el control de nematodos fitoparasíticos en el cultivo de la zanahoria, ya que se han hecho estudios preliminares sobre su potencialidad (2). En tal sentido, en este trabajo se estudió su aplicación a nivel de invernadero para luego ser difundido y estudiado más profundamente a nivel de campo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos tres años, la producción de zanahoria en las diferentes regiones del país, se ha visto afectada por daños ocasionados por nematodos, con un índice de incidencia del 40%(10), afectando la calidad debido a las deformaciones que ocasionan, ya que el producto no alcanza la forma y largo adecuados, lo que dificulta su comercialización, causando pérdidas a los productores.

Los agricultores para contrarrestar este daño, utilizan productos químicos, sin que estos muchas veces sean específicos para el control de nematodos, lo que provoca contaminación en el ambiente y alza en los costos de producción.

Una alternativa de solución a este problema, es el uso de nematicidas naturales que están formulados con extractos de plantas antagónicas a los nematodos o plantas que tienen propiedades nematicidas.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 CONTAMINACION AGROQUIMICA DEL SUELO, AGUA Y AIRE

Plaguicidas fitosanitarios, pesticidas, biocidas y productos agroquímicos son términos usados para nombrar a los productos biológicamente activos, generalmente de origen químico, destinados al control de plagas. Los plaguicidas pueden ser de tres tipos: insecticidas, fungicidas y herbicidas. Básicamente, se define a los insecticidas como aquellos productos químicos destinados a la eliminación de insectos. Se utilizan muchos tipos y formas de insecticidas, aunque con todos ellos se persigue el mismo fin. Cabe destacar que existen insecticidas naturales, producidos espontáneamente por algunas plantas para proteger de los ataques de los insectos. Tal es el caso de la flor de piretro, que produce naturalmente las llamadas piretrinas, que una vez extraídas de las plantas se emplean en los hogares para eliminar moscas y mosquitos (19).

Durante mucho tiempo el hombre ha ido arrojando sus residuos a los ríos y al mar y al no percibir ninguna alteración manifiesta, ha considerado infinita la capacidad de autodepuración de estos medios acuáticos. Sin embargo con la llegada de los procesos industriales a gran escala, tanto la cantidad como la calidad de los contaminantes se han multiplicado hasta límites intolerables.

Productos químicos concentrados, pesticidas, defoliantes, residuos nucleares, etc. han ido destruyendo gran parte de los ríos de los países industrializados y el mar, al que en un principio se considera con mayor capacidad de regeneración, pero que hoy muestras evidentes de encontrarse también gravemente afectado.

Con los modernos métodos agrícolas, que recurren a fertilizantes y plaguicidas para aumentar la producción, el número y la peligrosidad de los residuos han aumentado, acelerando el proceso. El resultado ha sido la muerte biológica de gran número de masas lacustres en los países industrializados (4).

Se estima que el 50% de los plaguicidas que son utilizados en la agricultura van a parar al suelo, ya sea porque caen fuera del objetivo durante la aspersión, sea porque son arrastrados por la lluvia o el viento, o por la incorporación de los desechos de las cosechas al suelo. Un problema grave que se deriva de la contaminación de los suelos por biocidas, es, el que los residuos pueden traslocarse a las plantas cultivadas.

Otro problema que causan los pesticidas al suelo es la pérdida de su valor biológico, considerándose el orden de importancia como el problema principal; ya que el suelo al no contar con los microorganismos que transforman los residuos orgánicos en materia orgánica disponible para los cultivos,

los suelos prácticamente se deterioran y su fertilidad es cada vez menor hasta convertirse en suelos muertos y estériles.

El aire y las aguas de los ríos, arroyos, lagos, lagunas, mares y aguas subterráneas pueden contaminarse con plaguicidas como consecuencia de las aplicaciones que se hacen para controlar plagas agrícolas, campañas sanitarias o por los residuos que vuelcan a la atmósfera, provenientes de las plantas procesadoras de biocidas o por las aguas residuales provenientes de estas plantas industriales.

Los plaguicidas pueden entrar a la atmósfera por diferentes rutas, particularmente por dispersión de las aplicaciones y por la volatización de los pesticidas desde el suelo o del agua. Los residuos de plaguicidas del aire son arrastrados por las lluvias hacia la superficie de la tierra, incorporándose al suelo o llevados hacia las aguas superficiales y subterráneas (26).

3.1.2 NEMATODOS FITOPARASITICOS

A. CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS NEMATODOS

Reino : Animal
 Sub-reino : Metazoa
 Phylum : Nematoda
 Clase : Secernentea
 Adenophorea (23).

B. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS NEMATODOS

Los nematodos son gusanos redondos que son simétricos bilateralmente, casi de tamaño microscópico; aunque complejos en su organización, poseen todos los sistemas fisiológicos principales de los animales superiores, excepto el circulatorio y respiratorio. Las especies parásitas de plantas son pequeñas; su longitud varía de 0.5 a 3 mm, y su anchura de 0.001 a 0.5 mm. Casi todos, son cilíndricos y delgados, adelgazándose hacia la cabeza y la cola, aunque las hembras de algunas de las especies parásitas de plantas tienen formas variadas, como de pera, limón o de riñón. En general los nematodos que viven en el suelo son semitransparentes (1).

El cuerpo de los nematodos consiste en un tubo alargado y aguzado en los extremos; este tubo se encuentra atravesado a lo largo por una canal digestivo en el que se diferencian la cavidad bucal, el esófago (constituido por una porción anterior, el bulbo medial y una porción basal glandular), el intestino y el ano (ver figura 8A). Los órganos genitales del macho desembocan en el ano, y los de la hembra se

abren al exterior por una abertura separada, denominada vulva, que se encuentra comúnmente hacia la mitad del cuerpo en la superficie ventral. El cuerpo de los nematodos está cubierto por una cutícula impermeable, debajo de la cual hay una capa muscular que les confiere movilidad. La característica primordial de los nematodos fitoparásitos es el estilete, estructura a manera de lanceta que sirve para punzar los tejidos del hospedante (20).

C. NEMATODOS DEL GENERO MELOIDOGYNE

Los resultados de observaciones en el campo y de experimentos realizados durante muchos años, han indicado de que no todas las plagas del que se denomina “nematodo de nódulos radiculares” se comportan análogamente.

M. incognita acrita, el nematodo de los nódulos radiculares del algodón, se haya más disperso y se encuentra con mayor frecuencia que cualquier otro en el sureste (de E.U. de A.). Esta especie produce, en esa zona, la mayor parte de las lesiones de los nódulos radiculares del algodón.

M. javanica javanica, el nematodo javanés de nódulos radiculares, es la especie que infesta ciertos melocotoneros o duraznos orientales, tales como Yunnan y Shalil, que de otro modo, son resistentes a los parásitos de nódulos radiculares. Esta especie parece tener gran dispersión en Georgia(E.U. de A.) y se ha informado de su existencia en varios lugares de la Florida.

M. exigua, el nematodo de los nódulos radiculares del cafeto, se ha descrito de ejemplares recolectados en los cafetos de Brasil. No se sabe que exista en Estados Unidos (15).

a. PARASITISMO

El nematodo de las raíces, *Meloidogyne sp.*, causa las agallas características de este género. Muy a menudo las nudosidades son encontradas al final de las raíces.

Las hojas nuevas son susceptibles a quemaduras por el sol debido a la limitada habilidad de las raíces de absorber agua(28).

El género *Meloidogyne* lo constituyen nematodos parásitos de las raíces cuyas larvas y adultos viven dentro de los tejidos y cuya acción enzimática provoca la formación de agallas, las cuales crecen conforme se desarrolla el parásito mismo.

Los daños producidos por este nematodo son fáciles de reconocer, debido a las agallas que aparecen sobre las raíces y los síntomas externos consistentes principalmente en una decoloración anormal del follaje, desarrollo poco vigoroso, marchitez en los períodos de clima cálido y seco, y a veces la muerte(3).

La habilidad de *Meloidogyne* para penetrar en los tejidos de la planta es limitada; la mayoría penetran la raíz por la punta o cerca de ella. Es un endoparásito sedentario, generalmente las hembras adultas se encuentran enquistadas prendidas al cilindro central de la raíz(41).

i. Eventos del parasitismo:

- Efectúan un daño mecánico al introducir al estilete en el tejido, deponiendo con anterioridad sustancias que ablandan el tejido.
- El nematodo inyecta sustancias(enzimas), para preparar el tejido y poder absorber posteriormente el contenido celular.
- La planta reacciona al estímulo de penetración del estilete y preparación del tejido, causando necrosis, muerte de células, nodulaciones, etc. (23).

b. CICLO DE VIDA

Si la planta es un huésped adecuado y si el clima es templado las hembras comienzan a depositar huevos después de 20 – 30 días de haber penetrado como larvas. La hembra secreta antes a través de su vulva, una sustancia gelatinosa y enseguida deposita los huevos sobre la misma, manteniéndolos unidos y formando con ella una cubierta protectora (14).

Este nematodo fitoparásítico tiene un ciclo más o menos de 20 días dependiendo del medio. Hay hembras de este género que pueden producir de 500 a 2,800 huevos (8).

Por su cutícula impermeable, los nematodos son excepcionalmente resistentes a la mayoría de sustancias químicas. Aunque todos los nematodos deben encontrarse en un ambiente moderadamente húmedo para que puedan desarrollar sus actividades normales de crecimiento y reproducción, muchas de las especies que habitan en el suelo sufren ciertos cambios fisiológicos y entran en un estado latente durante los períodos de sequía (14).

Aunque las diferentes especies de nematodos de los nódulos radiculares difieren entre sí en sus relaciones huésped-parásito y, sin duda, en diversas características fisiológicas, todas ellas tienen un mismo ciclo de vida.

Las larvas recién incubadas, que se encuentran libres en los suelos, son pequeños gusanos delgados, 0.4 a 0.5 milímetros de longitud que se hallan en el segundo estado larvario, habiendo mudado una vez mientras estaba en el huevo. Estas larvas pueden entrar a casi cualquier parte de un vegetal que se encuentre en contacto con el suelo húmedo y en las cuales puedan hacerlo, aunque su estilete no es muy

poderoso. Es limitada su capacidad para penetrar en los tejidos de las plantas. Muchas de ellas entran en los extremos de las raicillas, o cerca de los extremos de éstas (13).

Se dice que los machos viven libremente en los suelos y que a menudo se encuentran en éstos, algunas veces en cantidades bastante grandes.

Si el cuerpo de la hembra se encuentra profundamente encajado, como a menudo es el caso, en tubérculos o raíces suculentas, las masas de huevos se acumulan dentro de los tejidos de la planta. Dentro de los tubérculos de la papa, las masas de huevos pueden encontrarse encerradas en una membrana en forma de saco que se forma por el vegetal y no por el nematodo.

En muchos vegetales de raíces fibrosas, el nematodo obtiene su alimento de las células gigantes. Todas las larvas emigran dentro de la tierra y buscan nuevas raíces.

En los tubérculos de *Caladium*, o en las raíces suculentas de *Hemerocallis*, los nódulos radiculares no se manifiestan por vesículas, sino por manchas internas decoloradas. En estas manchas se encuentran los nematodos de los nódulos radiculares en todas las etapas de desarrollo.

Con los huevos de los nematodos de los nódulos radiculares no se presenta la incubación demorada, como la que se observa con los huevos del nematodo dorado de la patata y la remolacha. Tampoco los huevos de los nematodos de los nódulos radiculares requieren del efecto estimulante de secreciones de las raíces. Los únicos estímulos necesarios son calor, humedad y oxígeno. Sin embargo por condiciones de sequedad y de bajas temperaturas, la incubación se demora por períodos limitados. A continuación de una sequía prolongada, las lluvias pueden dar origen a que un gran número de larvas queden libres en el subsuelo (15). Ver figura 6A.

c. HABITOS DE ALIMENTACION

Las larvas se alimentan, en cierto grado, antes de penetrar, a expensas de las células epidérmicas de las raíces, pero una vez que se han establecido dentro de éstas, se convierten en parásitos sedentarios, incapaces de moverse. La alimentación se limita a las células que rodean su cabeza. Si la planta es un huésped adecuado, no evolucionan las células cercanas a la cabeza del parásito, hasta lo que normalmente, hubiera sido xilema, floema y otros elementos de un cilindro central (15).

d. FACTORES QUE INFLUYEN EN SU DESARROLLO

La velocidad de desarrollo de los nematodos se ve influida por diferentes factores, como la temperatura, la aptitud de las plantas que sirven como huéspedes a una especie determinada de nematodo y asimismo, el vigor de la planta, que se refleja en los nutrimentos disponibles.

A temperaturas inferiores a 15.4 grados centígrados, o superiores a 33.5 grados centígrados, las hembras no llegan a alcanzar su madurez (15).

e. LESIONES A LOS VEGETALES

La mayor parte de los efectos sobre los tejidos circunvecinos se produce por la secreción inyectada a través del estilete de la larva mientras ésta se alimenta. Algunas veces, se desvitalizan y dejan de crecer las puntas de las raíces.

Las vesículas no son el único síntoma de lesiones del nematodo de los nódulos radiculares. Cuando se infestan con el nematodo septentrional de nódulos radiculares, las raíces de la mayor parte de las plantas tienden a ramificarse cerca de la región de invasión, lo que da por resultado un tipo reticular y denso de sistema radicular.

Los nódulos de la raíz constituyen una enfermedad muy destructora, aunque es extremadamente variable el grado de lesión a las plantas y en ella influye muchos factores. El hecho aislado de que las raíces presenten vesículas no significa, por necesidad, que se retarde gravemente el desarrollo de la planta o que se malogre la cosecha (15).

f. DISTRIBUCION DE LOS NEMATODOS EN EL SUELO

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

Al efectuar un perfil del suelo, en el horizonte A, los primeros dos centímetros son sobre todo polvo y por lo general no hay nematodos presentes, mientras que en los siguientes cinco centímetros de suelo, compuesto por materia orgánica, se encuentran la gran mayoría de nematodos saprofitos. En los siguientes 20 centímetros de suelo, es donde se encuentran los nematodos fitoparasíticos, ya sea en la rizósfera de las raíces de las plantas o dentro de las mismas. En el horizonte B, es posible encontrar nematodos, si existen raíces de plantas (23).

g. MOVIMIENTO NATURAL DE LOS NEMATODOS

Los nematodos se mueven en una forma ondulatoria, sobre sus campos laterales, a través de los espacios de aire entre las partículas del suelo, especialmente sobre una capa fina de agua. La textura de los suelos, es determinante en su movimiento alcanzando mayores distancias en suelos arenosos por ser sus espacios entre partículas mayores; por lo que le permite al nematodo una mayor movilidad (23).

h. SINTOMATOLOGIA

Los nematodos causan daño a la planta tanto en partes aéreas como hojas, tallos, etc., así como en partes subterráneas de la planta; la planta responde a ese estímulo, lo cual constituye la sintomatología.

Síntomas del ataque de Nematodos Fitoparasíticos

i. Partes aéreas de la planta

Clorosis, Marchitez prematura, Raquitismo, Muerte regresiva, baja producción, defoliación.

ii. Partes subterráneas de la planta

Necrosis, formación de nódulos, proliferación excesiva de raíces, caída de la corteza, distorsión de raíces, poda de raíces (23).

Los síntomas de los órganos aéreos son similares a los que producen muchas otras enfermedades de la raíz o factores del medio 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.

Los síntomas más característicos de la enfermedad 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 nudo de la raíz, las cuales tienen un diámetro dos o tres veces mayor al de las raíces sanas. Se producen varias infecciones sobre la misma raíz y las agallas en proceso de desarrollo le dan a la raíz una forma irregular que se asemeja a una masa. 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 más pequeñas y muestren varios grados de necrosis. Con frecuencia se produce la pudrición de las raíces, particularmente a finales de la estación. Cuando los tubérculos u otros órganos subterráneos carnosos son atacados, forman pequeñas hinchazones sobre la superficie, la cual en ocasiones se hace bastante prominente y produce la deformación de los órganos o el agrietado de su cáscara (2).

Las agallas (ver figura 10A) producidas por el nematodo nódulo radicular (*Meloidogyne spp.*) se reconocen con facilidad, pero se pueden confundir con las agallas de las raicillas, causadas por ciertos nematodos de vaina (*Hemicycliophora spp.*), o con el torcimiento y agallas de las terminaciones radicales (raicillas), causadas por el nematodo daga (*Xiphinema spp.*) (1).

i. DISEMINACION

Existen una serie de medios por los cuales los nematodos se diseminan. Dentro de éstos, los más importantes sin lugar a duda, son por medio de suelo y partes de plantas, transportadas de un lugar a otro y en que juega un papel importante el hombre.

Otros medios que hay que considerar, son el viento, el agua de lluvia, los animales, así como el traslado de equipo agrícola de un predio a otro (23).

Los nematodos patógenos de plantas se mueven por su propia fuerza, sólo a cortas distancias, por lo tanto la manera más usual de su propagación es el transporte que hace el hombre, de tierra infestada y partes de plantas infectadas. También pueden ser dispersados por el viento, agua, los animales silvestres o domésticos y las aves (1).

j. RELACIONES ECOLOGICAS

El conocimiento de las relaciones ecológicas entre los nematodos parásitos de plantas y su medio es importante para la comprensión de algunos de los principios de su control. La tierra dedicada a la agricultura es un medio especializado que varía desde seco, estéril y desértico hasta el húmedo de la selva de vegetación exuberante. Los nematodos parásitos de plantas son sobre todo especies que viven en el suelo y que pueden soportar los frecuentes cambios que provocan las prácticas agrícolas.

Los nematodos se concentran sobre todo en los 30 cm superficiales del suelo; se ha estimado que en los 2.5 cm superficiales en una hectárea existen casi hasta 6,000 millones. Existe muy poca información sobre su distribución a mayor profundidad de 30 cm; sin embargo, un nematodo nódulo radicular (*Meloidogyne incógnita*) se ha encontrado a una profundidad máxima de 5 metros en viñedos.

Los nematodos parásitos de plantas pueden sobrevivir a pesar de que existan condiciones desfavorables, como frío y período de sequía, entre las plantas huéspedes.

De esta manera, un nematodo causa perjuicios económicos sólo si su densidad de población excede el nivel de tolerancia de la planta cultivada en el terreno.

Los más especializados endoparásitos se introducen en los tejidos de la planta por lo que pasan menos tiempo en el suelo y en la rizosfera. Los parásitos de la superficie casi siempre están dentro de los tejidos de la planta, por tanto pasan, muy poco tiempo en el suelo. Debido a los hábitos de vida de los nematodos en el suelo, es más fácil controlar a los ectoparásitos que a los endoparásitos.

La determinación de la influencia de la temperatura sobre la reproducción de los nematodos en las plantas es muy complicada debido a que la temperatura influye en el crecimiento de la planta.

La variación del pH entre 5.0 hasta 7.0, tiene poco efecto sobre los nematodos. La cal que se usa con frecuencia para neutralizar la acidez del suelo, no hace disminuir la población de nematodos. Los

fertilizantes y la materia orgánica, pueden influir sobre las poblaciones de nematodos en forma indirecta, al aumentar el desarrollo de la planta huésped.

La lluvia y la temperatura son muy importantes para el crecimiento y desarrollo tanto de los nematodos como de las plantas. En general, a dichos factores se deben las fluctuaciones estacionales en las poblaciones de nematodos, e inclusive pueden determinar el hecho de que las especies se puedan establecer en un nuevo hábitat o región.

El tejido de las plantas protege a los nematodos endoparasitarios del ambiente del suelo y es su única fuente de alimentación, por tanto su calidad y cantidad influyen en el desarrollo y reproducción de los nematodos.

La rizosfera, la zona circundante a las raíces, es un medio dinámico, donde con frecuencia las relaciones entre los nematodos huésped y ambiente son de naturaleza química.

También las exudaciones de las raíces y otras sustancias químicas pueden inhibir la incubación o repeler a los nematodos (1).

k. LA FISIOLOGIA DE LOS NEMATODOS EN RELACION CON SU CONTROL

Los nematodos como otros animales, contienen carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas, minerales, y otras numerosas sustancias químicas, pero no se sabe mucho acerca de las clases precisas o cantidades de estas sustancias presentes en ellos.

Tanto los nematodos parásitos de animales como los de plantas requieren oxígeno. Los nematodos pueden actuar en forma activa cuando hay baja concentración de oxígeno, pero tales condiciones inhiben su desarrollo y la oviposición.

El control de los nematodos por medio de inundaciones en los terrenos se debe en parte a la disminución de la cantidad de oxígeno, hasta niveles inferiores a los requeridos por los nematodos.

Los nematodos nódulo radicular (*Meloidogyne spp.*), producen unos cuantos huevos viables cuando la temperatura es superior a 35 °C, mientras que de 25 a 32 °C, son temperaturas óptimas para la producción de huevos; sin embargo, el nematodo dorado (*Heterodera rostochiensis*), se desarrolla y produce huevos con más rapidez a 18 °C. La tolerancia de los nematodos a la temperatura es un factor que se puede aprovechar cuando se utilizan medidas de control para evitar los daños que causan los nematodos; por ejemplo, los tratamientos a base de agua caliente en las plantas infectadas, la esterilización del suelo por medio de calor y la siembra temprana de las plantas.

El ambiente natural de los nematodos es acuático. La tierra que cubren las partículas del suelo y que circula entre los poros, es el medio en el cual viven y a través del cual se mueven para ponerse en contacto con los tejidos de las plantas; también es el medio en el cual se realizan las funciones fisiológicas

de los nematodos, como el intercambio de gases y la descarga de los productos excretados. También el agua es el medio en el cual las sustancias químicas usadas como nematicidas se pone en contacto con el cuerpo de los nematodos (1).

1. INTERRELACIONES DE LOS NEMATODOS CON OTROS ORGANISMOS PRODUCTORES DE ENFERMEDADES

Uno de los descubrimientos más importantes en nematología y fitopatología durante la última década, ha sido la demostración de las muchas interacciones existentes entre los nematodos y otros organismos patógenos que viven en suelo, incluyendo a los hongos, bacterias y virus, como causantes de enfermedades en las plantas.

Las pruebas hechas en invernaderos controlados, probaron por completo que ciertos nematodos patógenos acrecientan el desarrollo de las enfermedades que causan los hongos y las bacterias, en plantas que por lo común son resistentes a ella. Ejemplos específicos de esto son las variedades de tabaco resistentes al hongo que produce la enfermedad conocida como peciolo negro, *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* y el marchitamiento bacteriano Granville, *Pseudomonas solanacearum*, y las variedades de algodón y tomate resistentes a los marchitamientos debidos al *Fusarium*, interaccionando con los nematodos del nódulo radicular (*Meloidogyne spp.*).

Se considera que en algunas enfermedades bacterianas, los nematodos sea más complejo que el simple daño a la planta, debido a que proporcionan medios de entrada a las bacterias.

Ya han sido demostradas las relaciones sinérgicas entre los hongos fitopatógenos y los nematodos en el aumento de la severidad de las enfermedades de las plantas.

Los tratamientos del suelo con el fin de destruir nematodos reducen la incidencia de ciertas enfermedades causadas por virus propios del suelo. Cuando se deja que ciertos nematodos se alimenten de plantas infectadas con virus, y luego se les traslada a plantas sanas, estas adquieren la infección. En realidad, los virus propios del suelo fueron más bien virus llevados por los nematodos (transmitidos por nematodos). La enfermedad llamada hoja de abanico de la vid fue la primera enfermedad virulenta que se demostró que era transmitida por nematodos (1).

m. NEMATODOS PARASITOS DE VEGETALES

Las especies del nematodo agallador *Meloidogyne sp.* que son muy importantes económicamente para la zanahoria *Daucus carota*, son: *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*.

Se debe tener precaución con respecto a la variación en las poblaciones de nematodos y a la composición de las especies agalladoras presentes en el campo. A menudo las poblaciones de

Meloidogyne formadas por varias especies. Es difícil detectar especies que tienen menos del 5% de la población. Se ha usado el hecho de que la temperatura mínima requerida por *M. incognita* para desarrollarse en la raíz es significativamente menor que el mínimo del “Umbral de actividad” de 18 °C para *M. incognita* en larvas de segunda fase (Roberts et al., 1981) para alterar la fecha de siembra para controlar agallas. En zanahorias (Roberts, 1987) se considero una importante táctica de control el cambiar la época de siembra para coincidir con bajas temperaturas de suelo esto puede ser usado para limitar el daño en verduras de las regiones tropicales de tierras frías (37). Ver figura 14A.

Las hortalizas tienen un valor socioeconómico muy elevado en los distintos países. Son muchos los patógenos que las atacan y de estos, los nematodos fitoparásitos constituyen un grupo de gran importancia. Cuando un determinado cultivar se encuentra severamente infestado por nematodos, este muestra diversos síntomas como son, entre otros, la caída prematura de las hojas, clorosis de distinta magnitud y achaparramiento.

Las juveniles de *M. incognita* inducen la formación de células gigantes, causan hiperplasia en el tejido parenquimático, provocan la anomalía del xilema y la formación del tejido corchoso. Ninguna otra especie de *Meloidogyne* muestra tener el grado de virulencia en la papa (33).

El cultivo de zanahoria (*Daucus carota*) está asociado a más de 90 especies de nematodos, algunas muy patogénicas (42). Destacan por su importancia en el cultivo *Meloidogyne hapla*, *Rotylenchulus reniformis*, *R. laurentinus*, *Rotylenchus robustus* y *Nacobbus aberrans*. *M. hapla* es considerado un patógeno muy serio en el cultivo en los E.U.A. El nematodo induce severas malformaciones, especialmente amañamiento y fasciculaciones.

De acuerdo con Sasser & Carter (45), de las casi 60 especies de *Meloidogyne*; *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* son las más ampliamente distribuidas y son sin duda, las de mayor importancia económica, por su virulencia como patógenos, su alta tasa reproductiva y amplia gama de hospedantes. Con excepción de *M. hapla* quien se encuentra distribuidas en zonas templadas (promedio de temperaturas en los meses calientes de 15 °C), las otras especies mencionadas se ubican en regiones más calientes de preferencia donde los veranos son largos y los inviernos cortos (como en los trópicos y subtrópicos).

M. incognita por ejemplo posee 4 razas, siendo la raza 1(que no ataca a tabaco NC 95 ni al algodón Deltapine 16) la que se encuentra más diseminada a nivel mundial.

El ciclo de vida de *Meloidogyne* es relativamente complejo. Como la mayoría de los nematodos, este incluye 4 estadios juveniles y los adultos. Los huevos son depositados por las hembras globosas dentro de una masa gelatinosa que fluye del cuerpo (33).

3.1.3 PLANTAS CON PROPIEDADES NEMATICIDAS

A. ESTUDIOS REALIZADOS

La forma en que actúan las sustancias contenidas en las plantas sobre los agentes patógenos y los parásitos es muy variada. La mayoría de plantas utilizadas contienen aceites esenciales que son ligeramente volátiles y que despiden fuertes aromas típicos (27).

La población de nematodos que habitan en el suelo disminuye considerablemente al utilizar cultivos trampa en un programa de rotación de cultivos. Por ejemplo, las plantas del género *Crotalaria* atrapan las larvas del nematodo *Meloidogyne sp.* que ocasiona el nudo de las raíces, mientras que las plantas de la belladona negra (*Solanum nigrum*) reducen las poblaciones del nematodo dorado, *Heterodera rostochiensis*.

Algunos tipos de plantas, como es el caso del espárrago y la flor de muerto, son antagónicos a los nematodos ya que liberan ciertas sustancias en el suelo que son tóxicas para varios nematodos fitoparásitos y cuando se intercalan con cultivos susceptibles a estos patógenos, reducen el número de nematodos del suelo y de las raíces de las plantas de esos cultivos (2).

Tagetes erecta L.: Las flores son ricas en esteres de xanthophilas. Tanto los pétalos y raíz contienen α -terthienil, por lo cual posee propiedades nematicidas (12). Las plantas están generalmente sembradas con verduras y otros cultivos de tal manera que la sustancia que producen las raíces inhibe la multiplicación de los nematodos de las agallas de la raíz (51).

Crotalaria longirostrata Hook & Arn. Las hojas son ricas en calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (31) y regularmente son ricas en nitrógeno (32). Las semillas son tóxicas. Las raíces son mezcladas con harina de maíz y puestas en el campo, como veneno nocivo para animales (50).

Los extractos de agua de diferentes partes de maravilla (*Tagetes lucida*) en diferentes grados fue altamente nocivo para *Meloidogyne incógnita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorhynchus brassicae*, *Hoplolaimus indicus*, *Helicotylenchus indicus* y *Tylenchus filiformis*. La mortalidad de los nematodos aumentó con el incremento en la concentración de extractos y el período de exposición. El nacimiento juvenil de *M. incognita* fue grandemente inhibido por los extractos. La inhibición en el nacimiento se incrementa con la concentración de los extractos. Los extractos de las flores causaron la mayor mortandad de nematodos y la inhibición del nacimiento juvenil seguida por los extractos de semilla, hoja y raíces (47). Los exudados de raíz de *T. lucida* fueron también encontradas las propiedades nematicidas (46).

Tagetes lucida Cav.:

Las hojas tienen actividad contra nematodos (21). La actividad biológica y farmacológica se atribuye a α -tertienilo y herniarina que están presentes en las hojas y flores (38) (36). El α -tertienilo es

un cristal amarillo, peso molecular 248, punto de fusión 93-94°C, soluble en éter, acetona y etanol, insoluble en agua; presenta actividad antimicrobiana (*C. albicans*) (9). Ver figura 4A.

El α -tietenilo puede ser fototóxico en presencia de luz ultravioleta cercana y producir una fotodermatitis por un mecanismo que no depende de la peroxidación lipídica de la membrana (53).

Algunas plantas trampas contra nematodos, *Crotalaria sp.* y clavelón (*Tagetes sp.*). Sirven contra distintas especies de nematodos.

El género *Crotalaria* es conocido que poblaciones de *Meloidogyne sp.*(nematodos de agallas, Wulzelgallenalchen) pueden ser disminuidos en el suelo por estas plantas. *C. juncea* y *C. paulina* son aprovechadas en Brasil contra *Meloidogyne sp.*

Sobre todo a problemas con *Meloidogyne* el aprovechamiento de *Crotalaria* en la rotación de cultivos parece interesante.

El clavelón (*Tagetes sp.*) integrado en la rotación sirve contra nematodos y además puede ser aprovechado como abono verde, planta de adorno y flor cortada (30).

Según algunas observaciones, parece ser que hay plántulas como la caléndula (*Tagetes erecta* L.), el espárrago(*Asparagus officinalis* L.) y el tabaco(*Nicotiana tabacum* L.), que producen sustancias químicas que repelen y hasta eliminan a algunas especies de nematodos (35).

En estudios anteriores, varios extractos de hojas, tallos y raíces de *Tagetes minuta* mostraron efecto nematicida o nemastático. En el presente estudio se extrajo los metabolitos de muestras de hojas y raíces de *T. minuta* utilizando cloroformo. Se hizo un análisis cromatográfico para separar compuestos activos. Se obtuvieron doce fracciones de las muestras de hojas y once de las muestras de raíces. Las fracciones obtenidas de las muestras de hojas y de las raíces con $R_f = 0.85$ tuvieron efecto nematicida sobre los juveniles de *Meloidogyne incógnita*. La caracterización de los compuestos de esta fracción será necesaria para determinar la sustancia nematóxica (6).

Diversos investigadores han observado que especies de *tagetes* y otras Asteráceas causan un efecto supresor de poblaciones de nematodos de los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* que atacan diversos tipos de cultivos. Se ha encontrado que productos naturales con estructuras tiofénicas y poliacetilénicas son los responsables de dicha actividad, tanto a nivel de campo como en pruebas in vitro. Debido a que es aparentemente factible eliminar el 80 al 90% de los nematodos parásitos con productos naturales fácilmente biodegradables obtenidas de especies Asteráceas, hemos realizado un bioensayo a fin de determinar la actividad nematicida de un ditiopolino (tiarubrina A) aislado de diversas especies de Asteráceas, frente al segundo estadio larvario de *Meloidogyne incógnita*, tanto en presencia de luz UV-A

(Ultra violeta) como la oscuridad. Resultados preliminares indican que este compuesto posee una potente actividad nematicida a la concentración de 10 ppm (25).

La eficacia de cuatro extractos acuosos para reducir poblaciones de *M. incógnita* fue evaluada a nivel de laboratorio e invernadero. En la primera fase, J2 de *M. incógnita* fueron expuestos en contacto directo con cada uno de los extractos, comparando con phenamiphos y el testigo absoluto (agua); eliminando posteriormente las sustancias tóxicas para una posible recuperación. De todos los tratamientos ajo, marigol y papayo inmovilizaron y sin recuperación el 100% de J2. A nivel de invernadero, plántulas de frijol fueron inoculadas con 4,000 huevos y larvas de *M. incógnita* realizando 3 aplicaciones de cada extracto durante el desarrollo del cultivo. De los cuatro extractos, ajo y papayo obtuvieron el menor índice de agallamiento, 3.87 y 3.26 respectivamente, sin embargo, Phenamiphos presentó el menor índice de todos los tratamientos (2.01). En ambas fases, el extracto acuoso de papayo por el tiempo de inmovilización, índice de agallamiento y tasa de reproducción, resultó tener efectos nematicidas mayores que los demás extractos acuosos (40).

Las raíces de las plantas desprenden sustancias, denominadas secreciones radicales, que afectan en diversas formas el comportamiento de los nematodos parásitos de los vegetales. Sin duda alguna, es por medio de estas secreciones de las raíces que los nematodos son capaces de localizar éstas y llegar a las plantas huéspedes adecuadas.

Los experimentos para el control del nematodo dorado, aplicando a los suelos el aceite de mostaza absorbido en turba, demostraron aumentos de importancia en el rendimiento de las patatas (15).

Slotweg (48) descubrió que el cultivo de la caléndula africana (*Tagetes erecta* L.), reducía tanto la gravedad de la pudrición de la raíz en la siguiente cosecha de narcisos, que duplicó el rendimiento de bulbos. Parece que la mejoría se debió a una reducción en la población de *Pratylenchus* existentes en el suelo, principalmente *P. Penetans*.

Se ensayaron diez y seis variedades de caléndulas, ocho de *T. patula* y ocho de *T. erecta* y todas fueron efectivas en la supresión de las poblaciones de nematodos. Unlenbrock y Bijloo (52), llegaron a la conclusión de que el efecto depresor de *Tagetes* sobre las poblaciones de nematodos se debe a la presencia de politenilos, en especial de α -tertienil.

Rohde y Jenkins (43), observaron que el *Asparagus officinalis* L. no soporta poblaciones de *Trichodorus christiei* por más de 40 a 50 días. Los nematodos no se alimentan de las raíces de las plantas después de que habían pasado de la etapa de retoño y la población declino rápidamente cuando las plantas formaron raíces suculentas.

El jugo de las raíces de espárragos, diluido 1 a 10, fue tóxico para el *T. christiei* y otras distintas especies de nematodos. Como resultado de los intentos para aislar e identificar el principio tóxico, que

también se encontraba en los deslavados de la raíz, Rohde y Jenkins, llegaron a la conclusión de que probablemente se trata de un glucósido (15).

El tabaco, ajo, chile y la cebolla no son las únicas plantas que tienen propiedades plaguicidas. Se estima que hay más de 2,000 especies de plantas plaguicidas en el mundo. Es decir, que docenas de plantas que nosotros vemos cada día tienen el potencial de ser usadas para plaguicidas caseros. Esto da al agricultor una gran oportunidad de experimentar diferentes alternativas y a la vez aprovechar sus recursos locales.

Ajo(*Allium sativum*) es un insecticida repelente, bactericida, y nematicida.

El género *Crotalaria* (especialmente las especies *juncea* y *paulina*) disminuye las poblaciones de *Meloidogyne spp.*(18).

Crotalaria juncea (Junjuna) Fabaceae:

Planta anual arbustiva de flores, de clima tropical o subtropical; el ingrediente activo se extrae en solución acuosa en éter de petróleo o queroseno. La forma de control pesticida es plantarlos juntos en el momento de la siembra. El valor económico adicional: aporta fibra, se usa como fertilizante y fija nitrógeno.

Organismos que controla (OC): *Meloidogyne incognita* (antinematodo), usando las raíces y hojas. También controla *Sitophilus orizae*; envenenamiento por contacto usando las flores.

Principios Activos: Alcaloides en las semillas (junceina, riddelina, senecionina, senecifilina, tricodesmina) (21). Ver figura 11A.

Flor de muerto (*Tagetes erecta*, *T. tenuifolia*, *T. patula nana*). Compuestas. A través de gases emitidos por sus raíces repele nematodos (*Pratylenchus*, *Haplolaimus* y *Tylenchorhynchus*). Controla caracoles. El primer efecto se obtiene de 3-4 meses de estar creciendo la flor de muerto, especialmente en cultivo intercalado con tomate (18).

Las raíces de varias plantas contienen sustancias químicas que, al lixiviarse hacia dentro del suelo, resultan ser tóxicas para los nematodos parásitos de plantas. Un compuesto encontrado en las raíces del espárrago, y tentativamente identificado como un glucósido, es tóxico a varias especies de esos organismos.

La caléndula francesa, cuando se cultiva en suelos infestados con nematodos productores de lesiones (*Pratylenchus spp.*) suprime en su totalidad a esos nematodos y reduce el número de los que se encuentran en las raíces de plantas huéspedes susceptibles. La caléndula africana se comporta de forma similar. También fue suprimida la población de un nematodo inhibidor del crecimiento(*Tylenchorhynchus dubius*), pero no fueron afectadas poblaciones del nematodo en

espiral(*Rotylenchus robustus*) y ciertas otras del género Tylenchida. En las exudaciones de estas plantas se identificaron tres compuestos de un tipo de α -terthienyl que son tóxicos a los nematodos (1).

Nombre: α -Tertienilo

Organismos que la producen: *Tagetes erecta*, *Tagetes minuta*, *Tagetes patula*, PL.

Tipo químico, naturaleza química: Derivado del tiofeno

Fórmula molecular: $C_{12}H_8S_3$

Análisis elemental: (S, 38)

Peso molecular: 248

Características físicas: Cristal amarillo

Espectro ultravioleta (nanómetros): Alcohol etílico: (252, ,9120) (350, , 22400)

Espectro ultravioleta (nanómetros): Metanol: (253, ,) (353, ,)

Buena solubilidad: Metanol, Hexano.

Pobre o Baja solubilidad: Agua

Actividad antimicrobial, prueba de organismos: (C. Alb. ,) (Nematicida) (7). Ver figura 11A.

Nombre: 5(3-Buten-1-inil)-2.2'-bitienilo

Organismo que la produce: *Tagetes patula*, PL.

Tipo químico, naturaleza química: Derivado del tiofeno

Formula molecular: $C_{12}H_8S_2$

Análisis elemental: (S, 28)

Peso molecular: 216

Características físicas: Aceite, Amarillo

Espectro ultravioleta (nanómetros): Alcohol etílico: (249, ,8900) (341, , 23000)

Espectro ultravioleta (nanómetros): Metanol: (254, ,)(346, ,)

Buena solubilidad: Metanol, Hexano

Pobre o baja solubilidad: Agua

Actividad antimicrobial, prueba de organismos: (C. Alb. ,) (Nematicida,) (7). Ver figura 11A.

a. *Asparagus officinalis*

Planta herbácea vivaz de la familia de las Liliaceas cuyos conocidos y suculentos turiones se desarrollan en primavera.

Del rizoma rastrero del cual parten los turiones; el tallo alcanza también un metro y medio de altura, contiene ramas débiles muy largas y ramitas extremas más bien cortas, aciculares y picantes. Las flores, pequeñas y delicadas son de forma acampanulada, de seis pétalos blancos y estriados de verde;

finalmente los frutos, no mayores de medio centímetro, consisten en bayas que encierran seis semillas. Vegeta espontáneamente en las zonas más calurosas de la península y encuentra el terreno ideal en los más áridos. Se cultiva también en las huertas por la exquisitez de sus turiones que nacen en primavera y posee propiedades diuréticas, sedantes del corazón y además ayuda a quien padece de hidropesía (11).

La planta de espárrago es bastante adaptable a diferentes climas, ya que se desarrolla perfectamente bien desde el nivel del mar hasta alturas de 3,000 m.s.n.m., pero debido a que la planta necesita un período de descanso por bajas temperaturas o sequías para que los turiones no sean menos vigorosos y más delgados cada año, se recomienda plantarlo en climas de templados a fríos con temperaturas promedio anuales entre los 15 y 20 grados centígrados, una precipitación de 900 a 1250 mm. anuales y una altitud de 1,500 a 2,700 m.s.n.m. (24) (16).

Sustancias activas: Asparragina, arginina, asparagosa, coniferina (glucósido: es una sustancia ampliamente representada en el reino vegetal. Su pluralidad de acciones y la diversidad de sus efectos son tan grandes que agruparlas bajo un concepto químico, el de glucósidos, no dice mucho.), ácido quelidónico, colina, saponina, flavonoide, azúcar, proteína, grasa, ácidos, vitaminas y minerales (39).

Composición química: Según el análisis el espárrago está compuesto de: clorofila, asparaguina, albúmina vegetal, resina viscosa, almidón, substancias extractivas, materia colorante, acetato y fosfato de potasa y fosfato de cal (44).

Nombre: Acido asparagusico

Organismo que la produce: *Asparagus officinalis*, PL.

Tipo químico, naturaleza química: Polisulfuro cíclico, ácido

Formula molecular: $C_4H_6O_2S_2$

Análisis elemental: (S, 26)

Peso molecular: 204

Características físicas: Cristal, Amarillo.

Espectro ultravioleta (nanómetros): (204, ,) (328, ,)

Buena solubilidad: Metanol, Eter etílico

Pobre o baja solubilidad: Agua

Actividad antimicrobial, prueba de organismos: (Nematodos,) (7). Ver figura 11A.

b. *Tagetes tenuifolia*

Tagetes tenuifolia se distribuye desde los 300-2700 m.s.n.m. Distribución geográfica en los departamentos de Alta Verapaz; Baja Verapaz; Chiquimula; Jalapa; Jutiapa; Santa Rosa, Escuintla;

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

Descripción botánica: Hierba anual delgada, recta, glabra, comúnmente de 30-75 cms. de alto, ramificada en el extremo superior; hojas opuestas y las apicales alternas, pinnadas, foliolos de 13-23, foliolo de forma lineal a lineal-lanceolada, 1-2 cms. de largo, serradas, a menudo agudas, con una fila de glándulas aceitosas en cada lado; cabezuelas de pocas a usualmente numerosas, cymosas, largamente pedunculadas; involucro tubular-campánula do, 11-22 mm de largo, 4-6 mm. de ancho; filarios alrededor de 5, con ápices triangulares y agudos, usualmente con glándulas elongadas; flores del radio de 4-8 mm. de largo, amarillas, retusa; corolas del disco puberulentas de 7 mm. de largo; aquenios a menudo de 7 mm. de largo, estrigosos; papus 1 ó 2 son escuamulas subuladas a menudo de 6 mm. de largo, los otros papus linear truncado (34).

Tagetes tenuifolia (signet marigold) Asteraceae: Planta anual herbácea que florea en clima tropical. Organismos que controla (OC): nematodos, pero no se conoce su ingrediente activo (21).

c. Crotalaria longirostrata

Nombres comunes: Chipilin, Tcap-in y chop.

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

Descripción de la planta: Planta esencialmente anual a menudo de un metro de alto o más; tallos delgados, erectos, algunas veces muy ramificados, estrigosos o glabros, frecuentemente de color rojo oscuro; estípulas muy pequeñas o ausentes; hojas largamente pecioladas, 3 folíolos oblongos, abovados o elípticos, de 1 a 3 cms. de largo, redondeados en el ápice, glabros en el haz, pálidos, estrigosos o seríceos en el envés; racimos terminales, usualmente largos y con muchas flores; cáliz de 5 mm de largo, estrigoso, bilabiado, los lóbulos principalmente más cortos que el tubo; corola amarilla brillante de casi 1.5 cms. de largo, el estandarte glabro o con pubescencia corta apresa a lo largo de la costa, el ápice del estandarte largo y angosto, doblado en un ángulo recto; vaina de 2 cms. de largo y 7-8 mm. de ancho, densamente estrigoso (49).

Importancia: Está es la especie de *Crotalaria* más usada en la alimentación. Las hojas jóvenes son cocidas y consumidas como los de las espinacas y otras hierbas comestibles. Grandes cantidades de las plantas preparadas en pequeños manojos (ramas jóvenes), se venden en los mercados. Muchas crecen espontáneamente en jardines y maizales, otras han sido cultivadas al igual que otras hortalizas. El nombre

de Chipilín es derivado de la lengua Nahuath. En huehuetenango existe un caserío llamado “los chipilines”. El nombre de una aldea de Escuintla, Chipilapa, significa un lugar en donde son abundantes las plantas de Chipilín. Esta planta se cree que produce somnolencia (sueño). Las raíces son consideradas venenosas en Guatemala y algunas veces son mezcladas con masa de maíz y puestas en campos de cultivo como veneno para roedores. En la región de Jocotán (Chiquimula), las hojas son administradas como vómitos o purgativo (49).

Composición Química: El análisis proximal de 100 g de semillas de *C. longirostrata* contiene: proteína(33.9 g) y grasa (3.4 g), 100 g de hoja fresca contiene: 56 calorías, agua (81.6 g), proteína (7.0 g), grasa (0.8 g), carbohidratos totales (9.1 g), fibra (2.0 g), ceniza (1.5 g), calcio (287 mg), fósforo (72 mg), hierro (4.7 mg), caroteno (6,130 ug), tiamina (1.33 mg), riboflavina (0.49 mg), niacina (2 mg) y ácido ascórbico (100 mg) (17); en otro trabajo dan valores similares, que incluyen además una fracción extraíble con éter 0.93% y que consideran que los valores de minerales y vitaminas como de alto valor nutritivo (29).

Toxicología: Las semillas de *C. longirostrata* contienen un alcaloide tóxico que no es el carcinógeno hepático monocrotalina presente en 20% de las especies del género, las hojas crudas son eméticas y purgantes (29).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en el invernadero del Centro experimental de Agronomía (CEDA), Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC–, Ciudad universitaria, Guatemala.

A. DESCRIPCION GENERAL

Latitud Norte	14° 35' 11"
Longitud Oeste	90° 35' 58"
Altitud	1,502 m.s.n.m.
Precipitación pluvial	1,246.8 mm. en 110 días
Humedad relativa	79%
Temperatura (°C)	mínima 13.7 media 18.2 máxima 24.7
Velocidad del viento	15.4 Km./h. dirección NNE
Presión atmosférica	640.2 mm.
Suelo	Tipo inceptisol serie Guatemala.
Zona de vida	Bosque húmedo subtropical templado (22).

3.2.2 LUGAR DE COLECTA Y ESTADO DE DESARROLLO DE LAS PLANTAS

Las plantas de espárrago fueron recolectadas en el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, el chipilin en Caserío Los Ajvix de la aldea Cerro alto, municipio de San Juan Sacatepéquez, del departamento de Guatemala y la flor de muerto en la ciudad capital de Guatemala.

La mayoría de las plantas(espárrago, chipilin y flor de muerto) se recolectaron en su estado de floración y fructificación o casi en su último estado de desarrollo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta a la aplicación de tres productos nematocidas botánicos a base de *Crotalaria longirostrata* (Chipilín), *Tagetes tenuifolia* (flor de muerto) y *Asparagus officinalis* (Espárrago) y dos concentraciones, para el control del nematodo *Meloidogyne sp.* en el cultivo de la zanahoria; a nivel de invernadero.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.2.1 Determinar el producto botánico que proporcione un mejor control nematocida, reduciendo las poblaciones de *Meloidogyne sp.*

4.2.2 Determinar la concentración de aplicación más efectiva de los nematocidas botánicos estudiados, para el control de *Meloidogyne sp.*

5. HIPOTESIS

Al menos un nematicida botánico, reducirá significativamente la población de *Meloidogyne sp.* y su severidad de ataque, mejorando el rendimiento del cultivo de zanahoria.

6. METODOLOGIA

6.1 DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION

6.1.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

A. ESPECIES UTILIZADAS

Se seleccionaron 3 especies de plantas que según la revisión bibliográfica, poseen características antagónicas al ataque de nematodos.

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre técnico</u>
Flor de muerto	<i>Tagetes tenuifolia</i>
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>
Chípilin	<i>Crotalaria longirostrata</i>

B. FUENTE DE INOCULO

Las raíces de plantas infestadas con nematodos a utilizar en el experimento, se colectaron en la aldea Chimachoy, San Andrés Itzapa, Chimaltenango y la ciudad capital, donde la zanahoria es uno de los principales cultivos y uno de los mayores problemas que presenta fuerte ataque de nematodos.

Al usar cualquier método, es necesario considerar algunos aspectos de importancia, los cuales ayudarán a obtener mejores resultados:

- a. Al momento de efectuar el muestreo se determinó la cantidad de tejido vegetal que se obtuvo de cada muestra y se colocó en costales con suelo.
- b. Se trató de que el muestreo fuera representativo del área.
- c. Al colectar las muestras respectivas, se trató de que no fueran calentadas por el sol, al colocarlas en un lugar fresco.

Los análisis para determinar presencia de nematodos del género *Meloidogyne*, en las raíces de zanahorias se hicieron en los laboratorios de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE).

C. CULTIVO

La variedad de zanahoria que se utilizó es la Chantenay (zanahoria medio larga y gruesa), con semillas debidamente certificadas. La cual llena los requerimientos de la mayoría de los agricultores y consumidores, pero presenta susceptibilidad al ataque de nematodos.

6.1.2 FASE DE LABORATORIO

A. PREPARACION DE LOS TRATAMIENTOS

Del campo se obtuvieron las plantas con propiedades nematocidas, las cuales se dejaron secar en bolsas de papel (en un lugar cálido seco pero no al sol directo), y se molieron hasta hacerlas polvo, en el molino del laboratorio de bromatología de la Escuela de Zootecnia de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Obteniéndose así el material para preparar los nematocidas con sus respectivas concentraciones.

B. OBTENCION DE LOS EXTRACTOS

Para aprovechar las propiedades nematocidas de las plantas, se agregó el polvo en agua y se llevó a punto de ebullición por cinco minutos (método de infusión), en el laboratorio de fitopatología de la facultad de agronomía (USAC). Así para la concentración (0.125 grs./ml.), se utilizó 0.5 gramos de material vegetal y 4 mililitros de agua, de igual forma para la concentración (0.0625 grs./ml) en la cual se utilizó 0.25 gramos del material vegetal y 4 mililitros de agua .

C. EXTRACCION DE LOS NEMATODOS DE LAS RAICES

Los nematodos usados para la "Inoculación artificial"(654 larvas por planta), se aislaron por el método del nebulizador en los laboratorios de ANACAFE.

a. METODO DE LA CAMARA NEBULIZADORA

El material vegetal seleccionado se seccionó en pedazos pequeños, lavándolos cuidadosamente. Se colocó en el vaso del extractor a más o menos tres cuartas partes de su capacidad.

El extractor picó el material vegetal (raíces) a velocidad lenta durante un minuto y luego se paso el material picado a los microtamices para luego ser llevado a la cámara nebulizadora (programada para que de cada hora 10 minutos se prenda el sistema de microaspersión), la cual a través de una niebla intermitente muy fina de agua tibia (aproximadamente a 30 grados centígrados) lava los nematodos de las raíces en su movimiento descendente hacia el fondo de un embudo de Baerman modificado. Después de 192 horas, se vació lo contenido en los embudos en los tamices No. 20, 150, 400 y 500, colocándose uno sobre otro. Se agregó agua a presión sobre el tamiz No. 20. Se descartó lo retenido en los tamices 150 y 400 y se concentro en un vaso de precipitar lo retenido en el tamiz No. 500.

Se utilizó el microscopio compuesto para determinar el número de nematodos en un centímetro cúbico para luego ser aplicado o inoculado en el campo.

6.1.3 FASE DE INVERNADERO

A. TRATAMIENTOS (Simbología)

A= Extracto de *Asparagus officinalis*(espárrago) a la concentración 0.125 grs./ml.

B= Extracto de *Asparagus officinalis*(espárrago) a la concentración 0.0625 grs./ml.

C= Extracto de *Crotalaria longirostrata*(chipilín) a la concentración 0.125 grs./ml.

D= Extracto de *Crotalaria longirostrata*(chipilín) a la concentración 0.0625 grs./ml.

E= Extracto de *Tagetes tenuifolia*(flor de muerto) a la concentración 0.125 grs./ml.

F= Extracto de *Tagetes tenuifolia*(flor de muerto) a la concentración 0.0625 grs./ml.

G= Testigo (tratamiento que no se le aplicó ningún extracto).

B. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se delimitó el área total del experimento, la cual fue de 5.04 m²; y las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 0.60m*0.40m, lo que dio un área de 0.24m². Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. La distribución de las unidades experimentales en el diseño, se realizó por medio de 21 papelitos con las letras de la A a la G metidas en una bolsa plástica; la cual se revolvieron y se fueron sacando uno a uno las letras hasta distribuir las 21 unidades experimentales en el diseño experimental (ver cuadro 1).

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos en el diseño experimental, CEDA, 1999.

B	D	A	B	F	G	E
B	G	E	D	C	F	G
C	E	F	C	A	A	D

No. plantas por surco = 9

Total de plantas por parcela neta = 18

Total de plantas por tratamiento = 54

No. de plantas por diseño experimental = 378

C. PREPARACION DEL SUELO

Para el buen desarrollo de las plantitas fue necesario usar la siguiente mezcla; una parte de arena, dos partes de suelo y una parte de materia orgánica. Al tener la mezcla lista, el siguiente paso fue

desinfectar dicho recurso por medio físico (agua caliente). Dicho suelo fue extraído del relleno sanitario que está en el kilómetro 22.5 CA-9, Barcena, villa Nueva.

D. SIEMBRA

Dicha actividad se hizo en cajas de madera; y las dimensiones de dichas camas de siembra para los tratamientos fueron de: 0.40m de ancho, 0.60m de largo y 0.25 m de profundidad. El suelo que se le agregó a cada unidad experimental fue debidamente desinfectado con agua hirviendo; pasados tres días se hicieron los surcos para sembrar las semillas de zanahoria en las camas. Dejando 0.20 m entre hileras y sobre la hilera la semilla se distribuyó al chorrío.

Teniendo 35 días de haberse realizado la siembra, se procedió al raleo de las plántulas de zanahoria, dejando una distancia entre planta de 0.06 m.

E. INOCULACIONES

Inmediatamente después del raleo, se realizó la primera inoculación a las plántulas de zanahoria con nematodos del género *Meloidogyne sp.*, que se extrajeron de las raíces de plantas infestadas. Pasados algunos días se realizaron las otras dos inoculaciones (dichas actividades se efectuaron el mismo día que se extrajeron los nematodos de la cámara nebulizadora).

F. EXTRACTOS USADOS

De cada especie seleccionada se elaboró un extracto, el cual se aplicó 5 veces por tratamiento. La primera aplicación de los extractos se realizó a los 18 días después del raleo y las otras se realizaron sucesivamente después de la primera aplicación cada 25 días (en promedio), hasta completar con las cinco aplicaciones de los extractos a la zanahoria durante el ciclo del cultivo. Se incorporó 25 ml. de cada extracto por planta. Al testigo no se le aplicó ningún extracto.

G. FERTILIZACION

Se mezcló el suelo con abono orgánico (biofert), al momento de la preparación de dicho recurso. La segunda fertilización se efectuó a los 69 días después del raleo mezclando el abono orgánico con el fertilizante triple quince; y por requerimiento del cultivo se tuvo que hacer una tercera fertilización solo con el abono triple quince. Dichas aplicaciones de los abonos se realizaron manualmente.

H. LIMPIAS

El desmalezado se hizo manualmente, después de la tercera fertilización, debido a la poca presencia de malezas.

I. FUMIGACIONES

Por lo general en un invernadero, a veces se presentan plagas o enfermedades que son significativamente dañinas al cultivo; por tal motivo fue necesario hacerle tres fumigaciones de la mezcla de dos fungicidas como el benomil y trimiltox forte para el control de mildiu que estaba afectando las hojas de las zanahorias.

J. VARIABLES QUE SE MIDIERON

a. RENDIMIENTO

Peso de las zanahorias por tratamiento, el cual esta expresado en gramos.

b. SEVERIDAD

Daño de la plaga de nematodos fitoparasíticos por tratamiento expresado en porcentaje.

c. NUMERO DE NEMATODOS FITOPARASITICOS VIVOS

Número de namatodos fitoparasíticos vivos por 150 cm³ de suelo/ tratamiento.

K. COSECHA (Para las variables se siguieron los siguientes procedimientos)

a. RENDIMIENTO

Una vez completado su ciclo, manualmente se extrajeron las zanahorias por cada unidad experimental, las cuales se pesaron en una balanza analítica.

b. SEVERIDAD

Luego a través de los esquemas valorativos de severidad (ver figura 5A), se determinó el porcentaje de severidad o daño de la plaga de nematodos del genero *Meloidogyne sp.* por planta de zanahoria en cada unidad experimental.

c. NUMERO DE NEMATODOS FITOPARASITICOS VIVOS

Después de cosechada la zanahoria, se tomó de cada unidad experimental una muestra de suelo de 50 centímetros cúbicos; luego a través del método de embudos de Bearman se extrajeron los nematodos y se pusieron en un porta objetos con capacidad de 2 centímetros cúbicos de liquido; para ser contados utilizando el microscopio, y así determinar la variación en cuanto a la densidad de nematodos por centímetro cúbico.

6.1.4 FASE DE ANALISIS DE LA INFORMACION

Se analizó la información recabada de las tres variables evaluadas, por medio de los datos obtenidos del diseño experimental establecido en el CEDA por cada unidad experimental; los cuales se ordenaron en cuadros por tratamiento y repetición. Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar; al cual se le tuvo que chequear el supuesto de normalidad a los datos obtenidos a través de la prueba de Shapiro-Wilks, asistido por el sistema para análisis estadístico (SAS); para cada variable. Luego se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA), para determinar si los tratamientos de cada variable son estadísticamente significativos o no significativos para el diseño completamente al azar, el cual asume el siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico:

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

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

donde:

Y_{ij} = Variable respuesta observada o medida de la ij -ésima unidad experimental.

U = Media general de la variable respuesta.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

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

7. RESULTADOS

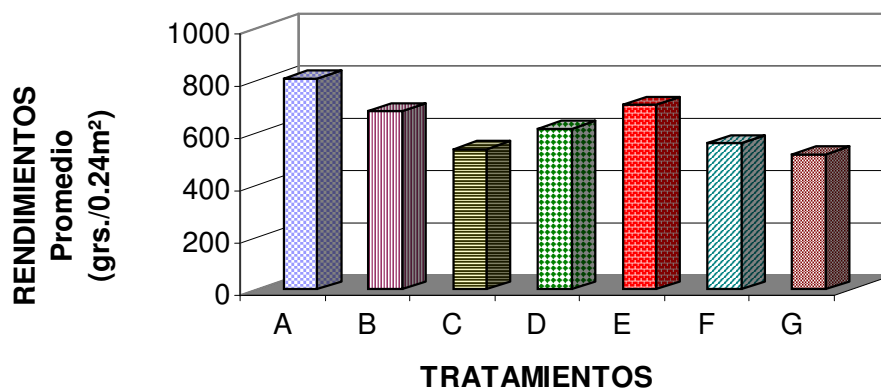
Los resultados se expresaron en función del rendimiento del producto, porcentaje de severidad y número de nematodos vivos

En el cuadro dos se aprecia que en términos generales, los tratamientos que produjeron los mejores rendimientos fueron el A (espárrago a la concentración 0.125), E (flor de muerto a la concentración 0.125), B (espárrago a la concentración 0.0625) y D (chipilin a la concentración 0.0625) respectivamente.

Cuadro 2 Rendimiento de la zanahoria por unidad experimental expresado en gramos por 0.24 metros cuadrados, CEDA, 1999.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1172.6	639	557.894	755.357	692.1	743.143	547.875
2	654.6	575.614	586.8	456.923	780	364.235	437.143
3	591.988	829.8	466.875	633.176	648	568.8	562.235

La figura 1 muestra gráficamente los resultados del cuadro anterior



A=Espárrago(0.125), B=Espárrago(0.0625), C=Chipilin(0.125), D=Chipilin=(0.0625), E=Flor de muerto(0.125), F=Flor de muerto(0.0625), G=Testigo.

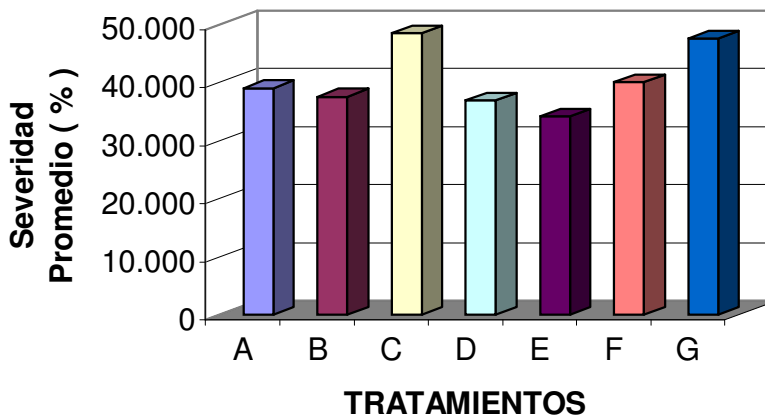
Figura 1 Gráfica de barras de la variable rendimiento por tratamiento en el cultivo de la zanahoria.

El cuadro 3 muestra que los tratamientos que presenta el menor porcentaje de severidad son el E (flor de muerto a la concentración 0.125), D (chipilín a la concentración 0.0625), B (espárrago a la concentración 0.0625) y A (espárrago a la concentración 0.125) respectivamente.

Cuadro 3 Severidad de ataque de la plaga de nematodos sobre la zanahoria por unidad experimental expresada en porcentaje por 0.24 metros cuadrados, CEDA, 1999.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS						
	A	B	C	D	E	F	G
1	26.667	30.882	52.059	21.429	24	34.286	45.312
2	46	46.071	46.154	51.923	32.5	45.588	49.286
3	44.118	35.454	46.875	37.059	45.714	40	47.647

La figura 2 muestra gráficamente los resultados del cuadro anterior



A=Espárrago(0.125), B=Espárrago(0.0625), C=Chipilin(0.125), D=Chipilin=(0.0625), E=Flor de muerto(0.125), F=Flor de muerto(0.0625), G=Testigo.

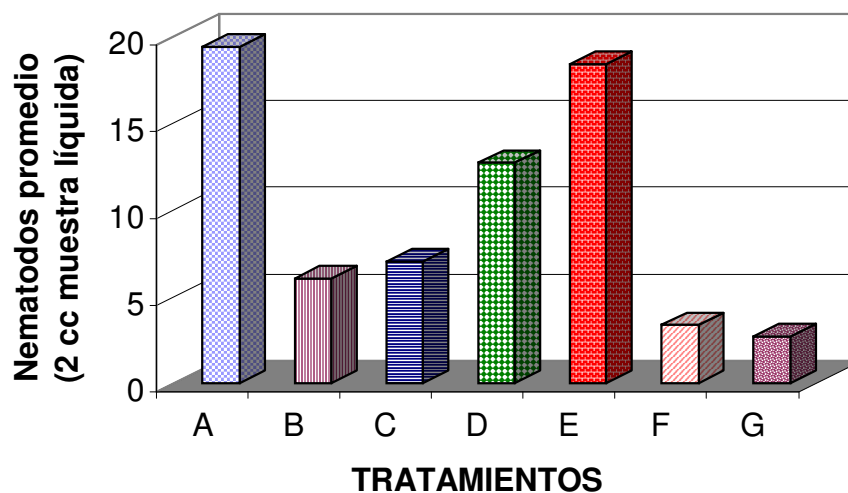
Figura 2 Gráfica de barras de la variable severidad en porcentaje por tratamiento en el cultivo de la zanahoria.

En el cuadro cuatro se puede apreciar que los tratamientos que produjeron el menor número de nematodos fitoparasíticos vivos son el G (testigo), F (flor de muerto a la concentración 0.0625), B (espárrago a la concentración 0.0625) y C (chipilin a la concentración 0.125) respectivamente.

Cuadro 4 Número de nematodos fitoparasíticos vivos por unidad experimental, por cada 2 centímetros cúbicos de muestra líquida, laboratorio de fitopatología de la FAUSAC, 1999.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS						
	A	B	C	D	E	F	G
1	46	3	10	28	41	0	0
2	6	14	9	6	10	4	4
3	6	1	2	4	4	6	4

La figura 3 muestra gráficamente los resultados del cuadro cuatro



A=Espárrago(0.125), B=Espárrago(0.0625), C=Chipilin(0.125), D=Chipilin=(0.0625), E=Flor de muerto(0.125), F=Flor de muerto(0.0625), G=Testigo.

Figura 3 Gráfica de barras de la variable Número de Nematodos fitoparasíticos vivos por tratamiento en las muestras líquidas.

Como se puede observar en los cuadros y figuras anteriores, los tres extractos de plantas evaluados presentan diferencias relevantes con respecto al testigo en cuanto a rendimiento y severidad; por lo que se infiere que dichos extractos ejercen algún control sobre los nematodos fitoparásitos ya que poseen sustancias químicas (ingredientes activos) que repelen o eliminan algunas especies de nematodos, las cuales hace antagonicas a dichos microorganismos como se indicó en el inciso 3.1.3 (Plantas con propiedades nematocidas); sin embargo en los cuadros de análisis de varianzas, se observa que las diferencias, no son estadísticamente significativas.

7.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD Y ANALISIS DE VARIANZAS

En el cuadro cinco se puede observar la prueba de normalidad realizada a través de SAS (utilizando la prueba de Shapiro-Wilks) a los datos de la variable rendimiento, indica que la distribución es normal ($\text{Prob} < w: 0.472$); por lo que no fue necesario realizar transformación de los datos (ver cuadro 12A y figura 13A).

Cuadro 5 Prueba de Normalidad para los datos de la variable rendimiento (gramos).

Tratamiento/Repetición	I	II	III
A	1172.6	654.6	591.988
B	639	575.614	829.8
C	557.894	586.8	466.875
D	755.357	456.923	633.176
E	692.1	780	648
F	743.143	364.235	568.8
G	547.875	437.143	562.235

Prob < w: 0.472

En el cuadro numero seis se puede observar que el F_t es mayor que la F_c ; por lo tanto se acepta que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Esto quiere decir que no tuvieron una influencia significativa en cuanto al rendimiento o peso de las plantas por tratamiento. Estos resultados nos hacen ver que los extractos vegetales, no son un factor determinante en el mayor rendimiento de la zanahoria ala poca inhibición de los nematodos fitoparasíticos. Por lo que los productos botánicos en la dosis aplicada no tuvo el efecto significativo que se esperaba en el rendimiento entre los tratamientos (ver cuadro 12A).

Los factores que pudieron haber influido a que se dieran estos resultados son: la fertilización aplicada o residuos de fertilizantes en el suelo, la humedad en el suelo o el método de infusión que no logro extraer en su totalidad los ingredientes activos (moléculas nematocidas) de las plantas utilizadas para el control de *Meloidogyne sp.* en el cultivo de la zanahoria.

Cuadro 6 Análisis de Varianza para los datos de la variable rendimiento (gramos).

ANDEVA

F.v	G.l	S.C	C.M	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	6	199788.765	33298.1275	1.2225 N.S	2.85	4.46
Error	14	381323.434	27237.388			
Total	20	581112.199				
		C.V 26.129		Rendimiento Promedio 631.63		

En el cuadro siete se puede ver la prueba de normalidad realizada a los datos de la variable severidad, a través de SAS indica que la distribución es normal (Prob<w:0.952) al mostrar un nivel de significancia del 95.2% que es mayor del 5% (limite permitido), por lo que no fue necesario hacerle transformación a los datos (ver cuadro 12A y Figura 13A).

Cuadro 7 Prueba de Normalidad para los datos de la variable severidad (%).

Tratamiento/ Repetición	I	II	III
A	26.667	46	44.118
B	30.882	46.071	35.454
C	52.059	46.154	46.875
D	21.429	51.923	37.059
E	24	32.5	45.714
F	34.286	45.588	40
G	45.312	49.286	47.647

Prob<w: 0.952

En el cuadro número ocho se puede observar que la Ft al 5% y 1% (2.85 y 4.46) es mayor que la Fc(1.07855); por lo que cautelosamente se puede concluir que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Estos resultados nos hacen ver que los productos botánicos en las dos concentraciones tuvieron el mismo efecto, ya que no disminuyeron la severidad del ataque de los nematodos fitoparasíticos

en la zanahoria, con respecto al testigo. Esto posiblemente se debió a que el esquema valorativo de severidad no haya sido suficientemente sensible para detectar el nivel de significancia requerido por los tratamientos o la cantidad y frecuencia de aplicación de los extractos en los períodos establecidos.

Cuadro 8 Análisis de Varianza para los datos de la variable severidad (%).

ANDEVA

F.v	G.l	S.C	C.M	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	6	529.637	88.273	1.07855 N.S	2.85	4.46
Error	14	1145.818	81.844			
Total	20	1675.455				
		C.V 22.376		Severidad Promedio 40.4297		

En el cuadro nueve se puede observar la prueba de normalidad realizada a los datos de la variable número de nematodos fitoparasíticos vivos a través de SAS, indica que la distribución no es normal (Prob<w: 0.0373) al mostrar un nivel de significancia menor (0.0373) que el límite permitido (0.05); por lo cual si fue necesario hacer transformación de los datos a raíz de $x + 1$; para que la (Prob<w: 0.0715) distribución fuera normal (ver cuadro 12A y figura 13A).

Cuadro 9 Pruebas de Normalidad para los datos de la variable número de nematodos fitoparasíticos vivos.

Tratamiento/ Repetición	I	II	III
A	6.856	2.646	2.646
B	2	3.873	1.414
C	3.317	3.162	1.732
D	5.385	2.646	2.236
E	6.481	3.317	2.236
F	1	2.236	2.646
G	1	2.236	2.236

Prob<w: 0.0373 (Nota: datos transformados a Raíz de X+1)
Prob<w: 0.0715

En el cuadro diez se puede ver que el análisis estadístico reportó que la $F_c = 1.031$ es menor que la F_t al 1% y al 5%; lo cual nos indica que no se encontró diferencias significativas en cuanto al número de nematodos fitoparasíticos vivos por tratamiento. Este resultado nos hace pensar que los extractos vegetales en las concentraciones establecidas no disminuyeron la cantidad de nematodos fitoparásitos vivos con respecto al testigo (al cual no se le aplicó extracto). Pero hay que tomar en cuenta que el método que se utilizó para extraer los nematodos es el tradicional (embudos de Baerman) que en algunos casos afectan la determinación de la cantidad de los nematodos y la precisión de los análisis.

Cuadro 10 Análisis de Varianza para los datos de la variable número de nematodos fitoparasíticos vivos.

ANDEVA

F.v	G.l	S.C	C.M	F _c	F _t	
					5%	1%
Tratamiento	6	15.344	2.557	1.031 N.S	2.85	4.46
Error	14	34.725	2.480			
Total	20	50.069				
		C.V 53.950		Nematodos Promedio 9.905*		

*El promedio de los nematodos se sacó de los datos reales; no de los transformados.

Con los resultados analizados se infiere, que las moléculas que tienen propiedades nematocidas en las plantas antagónicas a los nematodos son poco solubles o insolubles en agua caliente (tal como lo indican Berdy (7) que las moléculas de Acido asparagúico, α -Tertienilo y el 5(3-Buten-1-inil)-2.2'-bitienilo son poco solubles en agua y Budavari (9) que el α -tertienilo es insoluble en agua) o que la elaboración de los extractos hace que las plantas pierdan su capacidad de eliminar a los nematodos o que las especies utilizadas no poseen mucha capacidad para controlar poblaciones altas de nematodos del género *Meloidogyne sp.*

8. CONCLUSIONES

1. El análisis de varianza de los resultados de campo no reportó diferencias entre los tratamientos; lo cuál indica, que los productos botánicos (*Asparagus officinalis*, *Tagetes tenuifolia* y *Crotalaria longirostrata*) no fueron superiores en rendimiento de materia fresca, ni disminuyeron la severidad y las poblaciones de nematodos fitoparásitos del género *Meloidogyne sp.* con respecto al testigo en el cultivo de la zanahoria bajo condiciones de invernadero.

2. Los extractos vegetales en las concentraciones aplicadas no tuvieron el efecto significativo con respecto al testigo para el control de nematodos fitoparasíticos del género *Meloidogyne sp.* en el cultivo de zanahoria bajo condiciones de invernadero.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios para establecer que parte de las plantas utilizadas para el control de los nematodos fitoparásitos posee la mayor concentración de ingredientes activos con las propiedades nematicidas.
2. Experimentar con otros métodos que extraigan o solubilicen la molécula que posee el ingrediente activo que controla a los nematodos fitoparasíticos en las plantas.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Academia Nacional de Ciencias, MX. 1992. Control de plagas de plantas y animales. v. 4, 219 p.
2. Agrios, GN. 1991. Manual de enfermedades de las plantas. México, Limusa.v.1, p. 147; v. 4, p.677-678.
3. Aragón González, M. T. 1970. Evaluación de la resistencia de seis variedades de tomate al ataque de nematodos del género *Meloidogyne*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p. Fuente original: Estrada Aldana, OE. 1977. Evaluación de siete nematocidas en el control del nematodo de las raíces (*Meloidogyne sp.*) en el cultivo del tomate(*Lycopersicum esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 3-17.
4. Atlas de ecología: nuestro planeta. 1994. Madrid, España, Cultural de Ediciones. p.98-99.
5. Banco de Guatemala. Departamento de Estadísticas Económicas Sección de Cuentas Nacionales. 1997. Estadísticas de producción de los principales productos agrícolas. Guatemala. s.p.
6. Bautista, W.; Gavilano, L.; Jatala, P. 1993. Determinación de fracciones activas de extractos cloroformicos de hojas y raíces de *Tagetes minuta* . Presentado en: Reunión Anual de ONTA(25,1993,Cochabamba,Bolivia).Resumenes.Nematropica (US) 23(2) :109.
7. Berdy, J. 1982. Handbook of antibiotic compounds. Boca Ratón, Florida, US, CRC press. v8, pt.1, p.117-131.
8. Bonilla Reyes, EA. 1975. Complejo patogénico de *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, *Sclerotium sp.* y el nematodo nodulador (*Meloidogyne incognita*) en kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p. Fuente original: Estrada Aldana, OE. 1977. Evaluación de siete nematocidas en el control del nematodo de las raíces (*Meloidogyne sp.*) en el cultivo del tomate(*Lycopersicum esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 3-17.
9. Budavari, S. 1989. The Merk index. Rahway. US, Merk & Co., p. 1446. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, editorial Universitaria. p. 306-307.
10. Carranza, AE. 1994. Diagnostico de las plagas y enfermedades en los principales cultivos de la aldea Chimachoy. Diagnostico. EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.30-31.

11. Cecchini, T. 1973. Enciclopedia de las hierbas y de las plantas medicinales. Barcelona, España, Vecchi. 535p.
12. Chan, GFQ.; Towers, GHN.; Mitchell, JC. 1975. Ultraviolet-mediated antibiotic activity of thiophene compounds of *Tagetes*. *Phytochem (US)* 14: 2295-2296. Fuente original: Morton, Julia Frances. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America. E.E.U.U., Charles C. Thomas. Publisher. p. 969-970.
13. Christie, JR. 1936. The development of root-knot nematode galls. *Phytopatology(s.l)* 26(1):1-22. Fuente original: Christie, JR 1979. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. México, Limusa. p.35-73.
14. _____. 1970. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. Traducción por Centro Regional de Ayuda Técnica. México Agencia para el Desarrollo Internacional. 275 p. Fuente original: Estrada Aldana, OE. 1977. Evaluación de siete nematicidas en el control del nematodo de las raíces (*Meloidogyne sp.*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 3-17.
15. _____. 1979. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. México, Limusa. p.35-73.
16. Department of Agriculture, US. 1971. Cultivo comercial de espárragos. 26 p. Fuente original: Mauricio Reyna, ME. 1981. Situación actual y perspectivas de la producción de espárrago en el altiplano occidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. Agronomía. 76 p.
17. Duke, JA; Atchley AA. 1986. Handbook of proximate analysis tables of higer plants. Boca Raton, US CRC Press, p.51. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial universitaria. p. 136.
18. Dupont, M.; Solórzano, R.; Castillo, H. 1998. Preparación y uso de plaguicidas naturales. Guatemala, Altertec. p. 136-143.
19. Enciclopedia Océano de la ecología. 1995. España, Océano. v. 3, p.242-248.
20. Gonzalez, LC. 1989. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. 148 p.
21. Grainge, M.; Ahmed S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York, US John Willey & Son. p. 12-15, 93, 266-267. Fuente original: Caceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. p. 306-307.
22. Gutierrez Alvarez, P. 1988. Uso de extractos vegetales para el control de nematodos en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum miller*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.6-15.

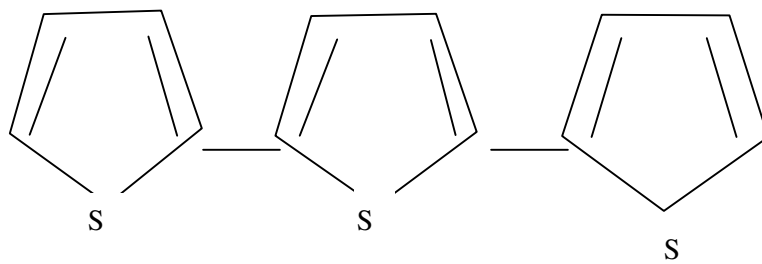
23. Hernandez C., O.V. 1981. Los nematodos fitosanitarios, sus características y métodos de combate. In: Curso Internacional de Control integrado de plagas (1981, Antigua, Guatemala). Guatemala, ROCAP. P. 112-127.
24. Lerena, A. 1945. Cultivos de huerta. Buenos Aires, Albatros. p. 340-348. Fuente original: Mauricio Reyna, ME. 1981. Situación actual y perspectivas de la producción de espárrago en el altiplano occidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76p.
25. López Bazochi, I. ;ESTEVEZ BRAUN, A. 1992. Actividad nematicida de plantas Asteraceas frente a *Meloidogyne Incognita*. In Reunión Anual de ONTA(24,1992,Lanzarote,Islas Canarias, España). Resúmenes. Nematropica(US)22(2):129.
26. Marroquín E., RH. 1991. Impacto ambiental de los plaguicidas. In Seminario Manejo y Uso de Plaguicidas en Actividades agrícolas(1991,Sta. Cruz Verapaz, Alta Verapaz).Guatemala, AGMIP . p.1-7.
27. Maturana, E.; Oteiza, P. 1988. Enemigos naturales frecuentes de plagas agrícolas en Chile, depredadores y parásitos. In seminario producción campesina de subsistencia (1988, Chile). Santiago de Chile, Centro de Educación y Tecnología. p.25. Fuente original: Cabrera Linares, MV. 1993. Evaluación de tratamientos botánicos en el control de tizón tardío en el cultivo de la papa, variedad Loman, en la aldea Sacciguan, Solola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.13.
28. Milne, DL. 1973. Wold Farming. Strategies against nematodes in subtropical fruti crops. Kansas city Mo, US, Intertec publishing corp. p. 3-6. Fuente original: Estrada Aldana, OE. 1977. Evaluación de siete nematicidas en el control del nematodo de las raíces (*Meloidogyne sp.*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 3-17.
29. Morton, JF. 1994. Pito (*Erythrina berteroana*) and chipilin (*Crotalaria longirostrata*), (Fabaceae), Two soporific vegetables of Central America. Econ. Bot.(s.l.) 48: 130 a 138. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. p. 136.
30. Munch, EL. 1988. Plantas con propiedades plaguicidas.Choluteca,Honduras,s.n. p.14-56.
31. Munsell, HE.; et al. 1950. Composition of food plants of Central America. Food Res.(GT) 15 (1): 16-33. Fuente original: Morton, JF. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America. US, Charles C. Thomas. Publisher. p. 306.

32. _____ 1950. Composition of food plants of Central America. Food Res.(SV) 15 (4): 263-296. Fuente original: Morton, J. F. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America.US, Charles C. Thomas. Publisher. p. 306.
33. Nahum, MM. 1988. Nematodos parásitos de cultivos hortícolas. Manejo integrado de plagas (CR.). no.7: 60-68.
34. Nasdh, DL. et.al 1976. Flora de Guatemala. Chicago,US Natural History Museum. Fieldiana Botany v.24, pte. 12, p.385-386.
35. NAS (National Academy of Sciences, US). 1978. Control de nematodos parásitos de plantas. México, Limusa. v.4, p.37-89. Fuente original: Gutiérrez Alvarez, P. 1988. Uso de extractos vegetales para el control de nematodos en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* miller). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.6
36. Neher, RT. 1968. The ethnobotany of *Tagetes*. Econ. Bot.(s.l.) 22: 317. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, editorial Universitaria. p. 306-307.
37. Netscher, C.; Sikora, RA. 1990. Nematode parasites of vegetables. In Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. editores: Michel Luc, Richard A. Sikora, Tohm Bridge. Francia, CAB. International Institute of Parasitology. p. 237-258.
38. Ortiz, SD. 1989. Elucidación del principio activo antiespasmódico en el extracto n- hexano de pericón (*Tagetes lucida* Cav.). Rev. Cient. Fac. C.C.Q.Q. Farm.(s.l) 7: 9. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria. p. 306-307.
39. Pahlow, M. 1992. El gran libro de las plantas medicinales, salud a través de las fuerzas curativas de la naturaleza. Madrid, España, Everest. 465 p.
40. Parada Jaco, RY. 1994. Evaluación de los extractos acuosos de ajo(*Allium sativum*), marigol (*Tagetes sp.*), papayo (*Carica papaya*) y pasto barenillo(*Cynodon dactylon*) por sus efectos nematicidas en *Meloidogyne* en el cultivo del frijol(*Phaseolus vulgaris*) variedad centa cuscatleco. Presentado en Reunión Anual de ONTA(26,1994,Zamorano,Honduras). Resúmenes. Nematropica (US) 24 (2):86-87.
41. Perez Contreras, Luis E. 1975. Identificación de las especies de nematodos asociados al cultivo de banano(*Musa Sapientum L.*) y otras musaceas en la zona de morales y Entre ríos, departamento de izabal, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 41 p. Fuente original: Estrada Aldana, OE. 1977. Evaluación de siete nematicidas en el control del nematodo de las raíces (*Meloidogyne sp.*) en el cultivo del tomate(*Lycopersicum esculentum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. P. 3-17.

42. Phillis, J. 1976. Occurrence and control of nematodes affecting carrot crops in Cyprus. *Nematologia Mediterránea*(s.l) 4: 7-12. Fuente original: Nahum, MM. 1988. Nematodos parásitos de cultivos hortícolas. Manejo integrado de plagas (CR.). no.7: 60-68
43. Rohde, RA.; Jenkins, WR. 1958. The chemical basis of resistance of asparagus to the nematode *trichodorus christie* (abs). *Phytopathology*, US, 48(8):463. Fuente original: Christie, J.R. 1979. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. México, Limusa. p.35-73.
44. Roque, JM. 1941. Flora medicoguatemalteca. apuntes para la materia medica de la republica de Guatemala. Guatemala, Tipografía nacional. Tomo 1, p.168.
45. Sasser, JN.; Carter, CC. 1985. Overview of the International *Meloidogyne* project 1975-1984. P. 19-24 en Sasser, JN. y CC. Carter (Eds.), An advanced treatise on *Meloidogyne*, v. I, Biology and control. North Carolina state Univ. Fuente original: Nahum, M.M. 1988. Nematodos parásitos de cultivos hortícolas. Manejo integrado de plagas(CR). no.7. p 60-68.
46. Siddiqui, MA; Alam, MM. 1987. Control of phytonematodes by mix-culture of *Tagetes-lucida*. *J. Plant Pathol (Indian)* 5(1): 73-78.
47. _____. 1988. Toxicity of different plant parts of *Tagetes Lucida* to plant parasitic nematodes. *Journal Nematol (Indian)* 18 (2): 181-185.
48. Sloopweg, AFG. 1956. Rootrot of bulbs caused by *Pratylenchus* and *Hoplolaimus* spp. *Nematologica* (s.l.) 1(3): 192-201. Fuente original: Christie, JR. 1979. Nematodos de los vegetales ; su ecología y control. México, Limusa. p.35-73.
49. Stanley, PC. ; Steryermark, JA. 1946. Flora de Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v .24, pte.5, p.195-196.
50. _____. 1946. Flora de Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v.24, pte. 5, pub.578. 502 p. Fuente original: Morton, Julia Frances. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America. US, Charles C. Thomas. Publisher. p. 306.
51. Swarup, G. ; Sharma, RD. 1967. Effect of root extract of *Asparagus racemosus* and *Tagetes erecta* on hatching of eggs of *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne arenaria*. *Indian J. Exper. Biol. (India)*. 5(1): 59. Fuente original: Morton, Julia Frances. 1981. Atlas of medicinal plants of middle America. US, Charles C. Thomas Publisher. p. 970.

52. Uhlenbroek, JH.; Bijloo, JD. 1958. Isolation and structure of a nematocidal principle occurring in tagetes roots. Fuente original: Christie, JR. 1979. Nematodos de los vegetales; su ecología y control. México, Limusa. p.35- 73.
53. Yamamoto, E.; et al. 1984. Photodynamic hemolysis caused by alfa-terthienyl. Plan Med.(s.l.) 50: 124. Fuente original: Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala Guatemala, editorial Universitaria. p. 307.

11. APENDICES



α - Terthienilo

Figura 4A Esquema del ingrediente activo α - Terthienilo

Cuadro 11A Datos de las tres variables evaluadas del diseño experimental.

Unidad experimental	Rendimiento	Severidad	No. nematodos vivos
A1	1172.6	26.667	46
A2	654.6	46	6
A3	591.988	44.118	6
B1	639	30.882	3
B2	575.614	46.071	14
B3	829.8	35.454	1
C1	557.894	52.059	10
C2	586.8	46.154	9
C3	466.875	46.875	2
D1	755.357	21.429	28
D2	456.923	51.923	6
D3	633.176	37.059	4
E1	692.1	24	41
E2	780	32.5	10
E3	648	45.714	4
F1	743.143	34.286	0
F2	364.235	45.588	4
F3	568.8	40	6
G1	547.875	45.312	0
G2	437.143	49.286	4
G3	562.235	47.647	4

Cuadro 12A Análisis de varianzas y pruebas de normalidad a través de SAS, para las tres variables evaluadas.

SAS

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: RENDI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	199788.76495	33298.12749	1.22	0.3519
Error	14	381323.43395	27237.38814		
Corrected Total	20	581112.19890			

R-Square	C.V	Root MSE	RENDI Mean
0.343804	26.128973	165.03754	631.62657143

SAS

UNIVARIATE

Variable = RES

Moments

N	21	Sum Wgts	21
Mean	-2.4E-13	Sum	-5.1E-12
Std Dev	138.0803	Variance	19066.17
Skewness	.7366378	Kurtosis	1.128499
USS	381323.4	CSS	381323.4
CV	-5.7E+16	Std Mean	30.13159
T: Mean=0	-8E-15	Prob> T	1.0000
Sgn Rank	-8.5	Prob> S	0.7810
Num ^ = 0	21		
W: Normal	.9582388	Prob <W	0.472

SAS

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: SEVER

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	529.63700362	88.27283394	1.08	0.4205
Error	14	1145.81850667	81.84417905		
Corrected Total	20	1675.45551029			

R-Square	C.V	Root MSE	SEVER Mean
0.316115	22.376555	9.0467773	40.42971429

SAS

UNIVARIATE

Variable = RES

Moments

N	21	Sum Wgts	21
Mean	-3.4E-16	Sum	-7.1E-15
Std Dev	7.569077	Variance	57.29093
Skewness	-.076856	Kurtosis	.0366875
USS	1145.819	CSS	1145.819
CV	-2.2E+18	Std Mean	1.651708
T: Mean=0	-2E-16	Prob> T	1.0000
Sgn Rank	-1.5	Prob> S	0.9723
Num ^ = 0	21		
W: Normal	.9832681	Prob <W	0.952

SAS

Univariate Procedure

Variable = RES

Moments

N	21	Sum Wgts	21
Mean	0	Sum	0
Std Dev	10.89801	Variance	118.7667
Skewness	1.077673	Kurtosis	1.033263
USS	2375.333	CSS	2375.333
CV	.	Std Mean	2.378141
T: Mean=0	0	Prob> T	1.0000
Num ^ = 0	21	Num > 0	10
M(Sign)	-0.5	Pr > = M	1.0000
Sgn Rank	-19.5	Pr > = S	0.5111
W: Normal	.903082	Pr <W	0.0373

SAS

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NEMVI

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	15.37231429	2.56205238	1.03	0.4447
Error	14	34.72486667	2.48034762		
Corrected Total	20	50.09718095			
	R-Square	C.V	Root MSE	NEMVI Mean	
	0.306850	53.91775	1.5749119	2.9209524	

SAS

Univariate Procedure

Variable = RES

Moments

N	21	Sum Wgts	21
Mean	0	Sum	0
Std Dev	1.317666	Variance	1.736243
Skewness	0.755313	Kurtosis	-0.31845
USS	34.72487	CSS	34.72487
CV	.	Std Mean	0.287538
T: Mean=0	0	Prob> T	1.0000
Num ^ = 0	21	Num > 0	10
M(Sign)	-0.5	Pr > = M	1.0000
Sgn Rank	-15.5	Pr > = S	0.6023
W: Normal	0.916753	Pr < W	0.0715



Tomado de:

- NAS (Academia Nacional de Ciencias, US). 1992. Control de plagas de plantas y animales. México. v. 4, 219 p.
- BASF, DE 1984. Basamid granulado. Alemania. 91p.

FIGURA 5A Esquemas valorativos de severidad (en porcentaje), del daño sobre las raíces de zanahoria causado por los nematodos del tipo *Meloidogyne sp.*

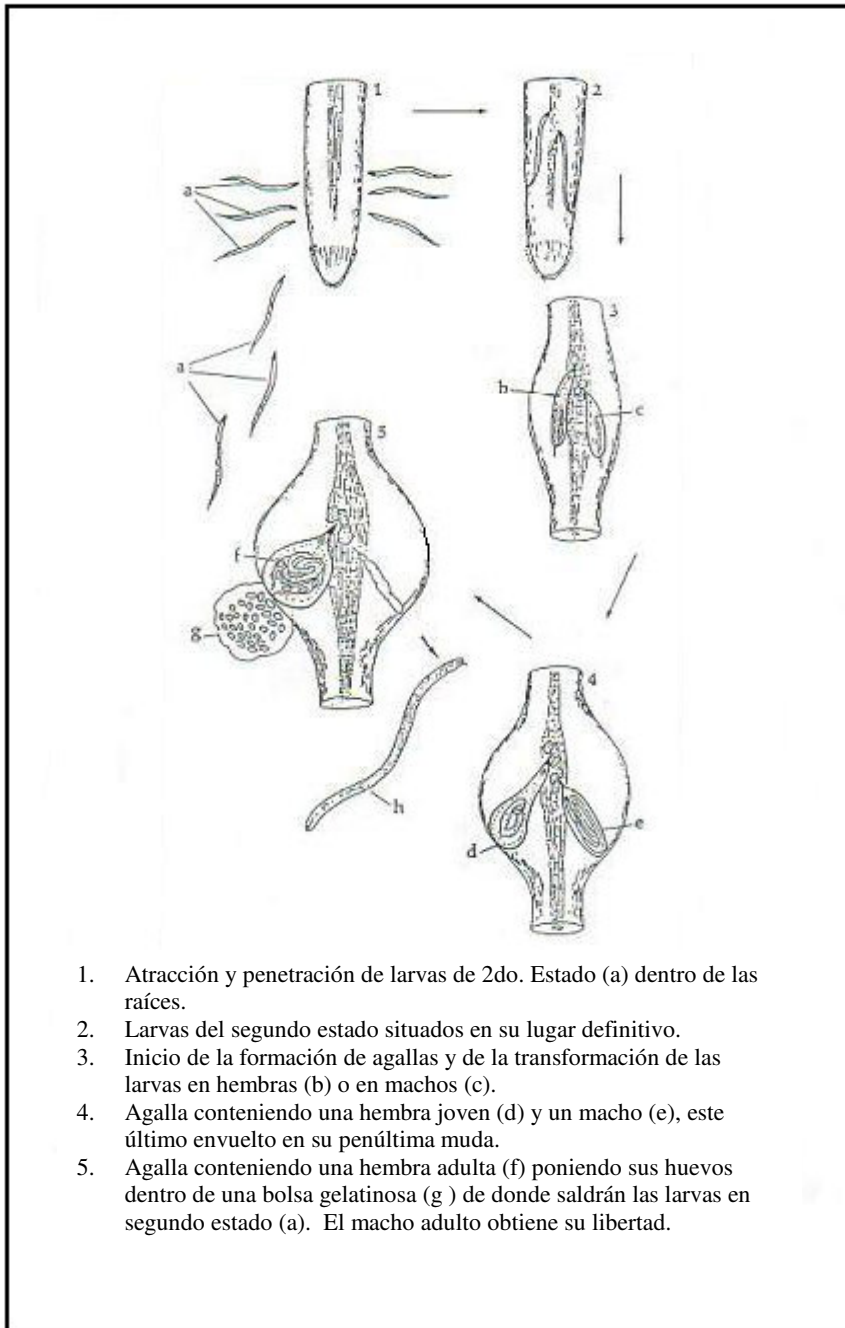


Figura 6A Ciclo biológico de *Meloidogyne spp.* Deguran 1983.

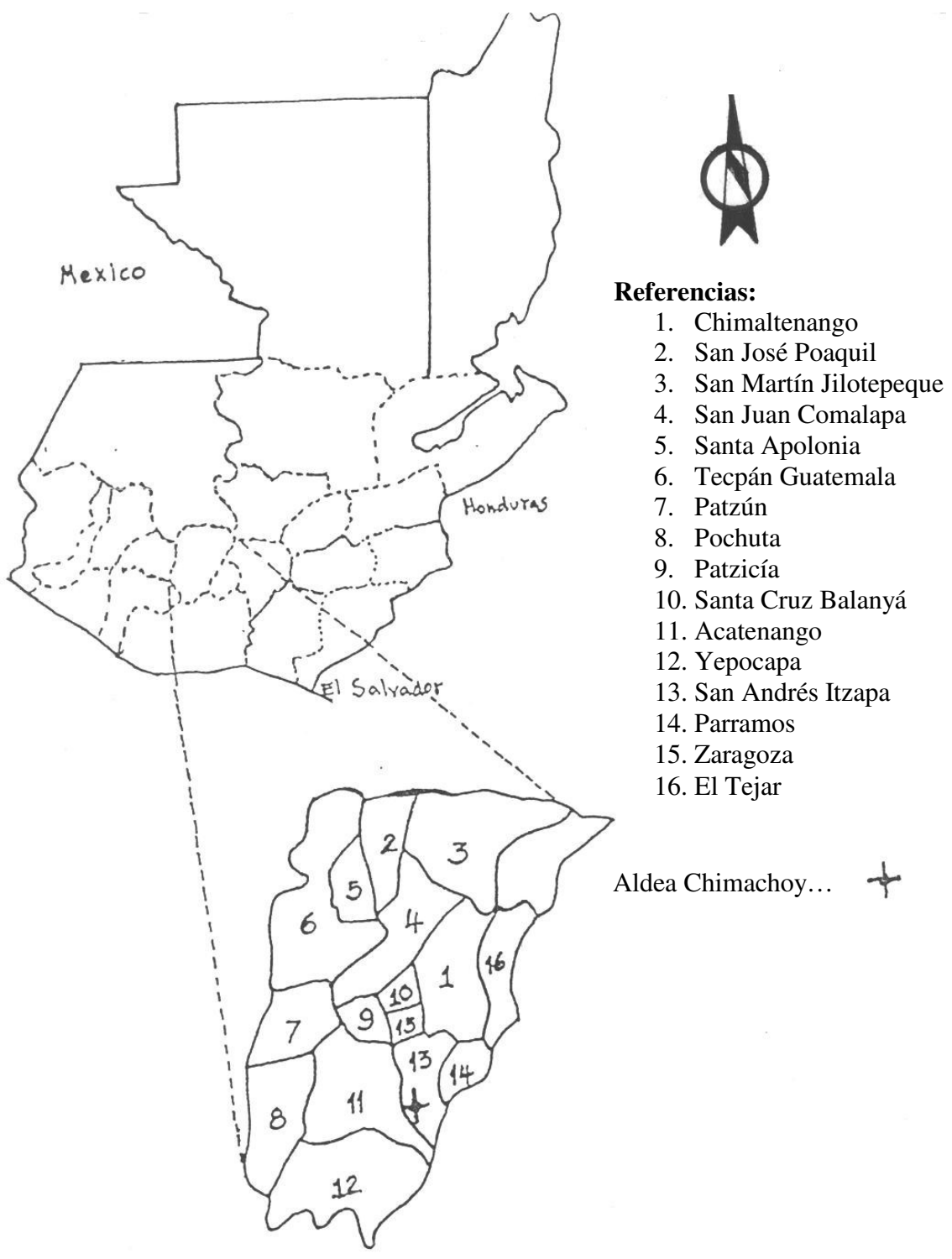


Figura 7A Ubicación geográfica de la aldea Chimachoy, San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

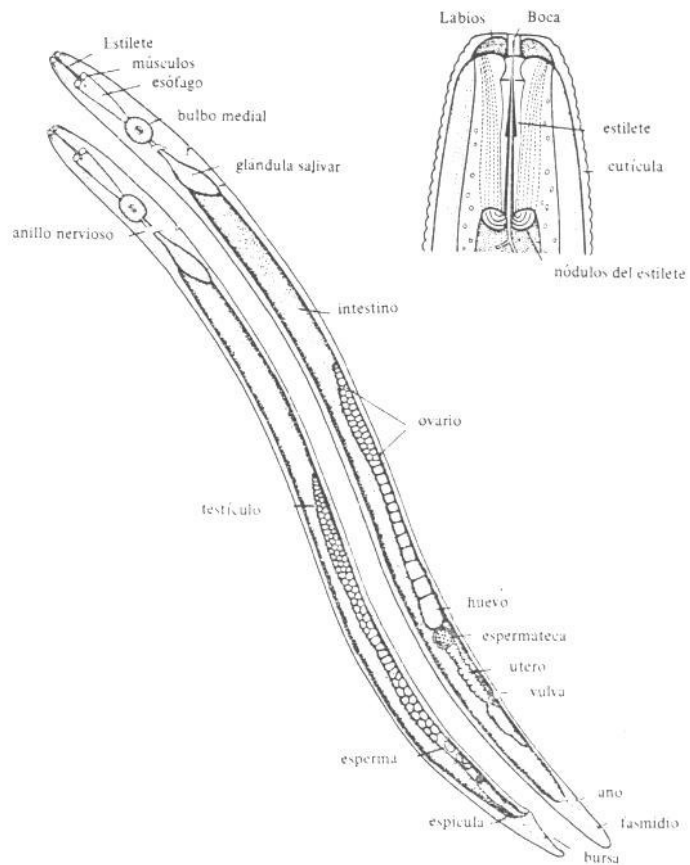


Figura 8A Características morfológicas y anatómicas de la hembra y el macho de un nematodo fitoparásito típico.

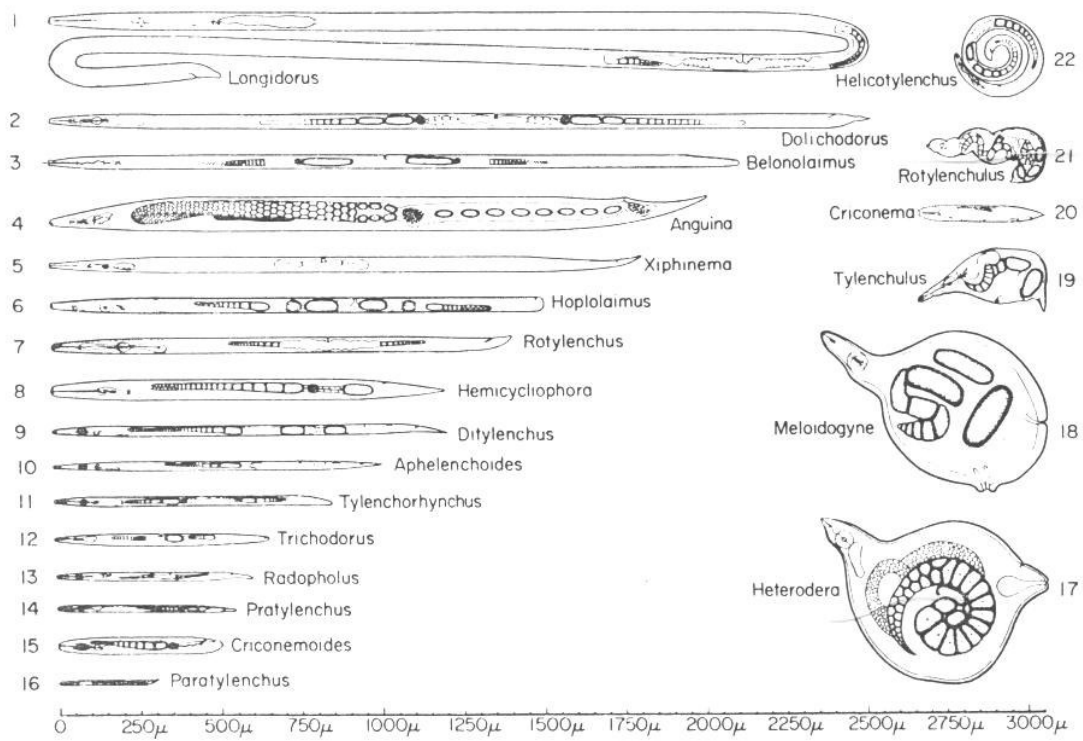


Figura 9A Morfología y tamaño relativo, aproximado, de los géneros más importantes de nematodos fitoparásitos.



Figura 10A Agallamiento en zanahorias, producidas por un nematodo nódulo radicular, *Meloidogyne incognita*.



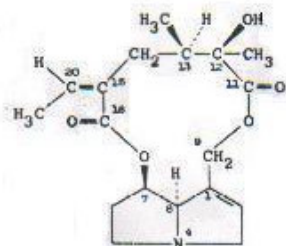
α -Trienilo



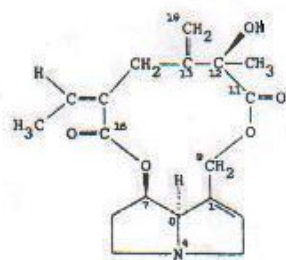
5(3-Buten-1-il)-2,2'-bitienilo



Acido asparagico



Senecionina*



Senecifilina*

*Referencia: THE MERK INDEX; an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals, 1989.

FIGURA 11A Fórmulas estructurales de los diferentes ingredientes activos.

PARTES

1. Embudo o receptor de muestras.
2. Cuchillas.
3. Eje principal.
4. Compuerta.
5. Seguro.
6. Tamiz (2mm, ½ mm. o 1 mm.)*
7. Encendido del molino.
8. Recipiente de aluminio para recibir la muestra molida.
9. Base de madera.

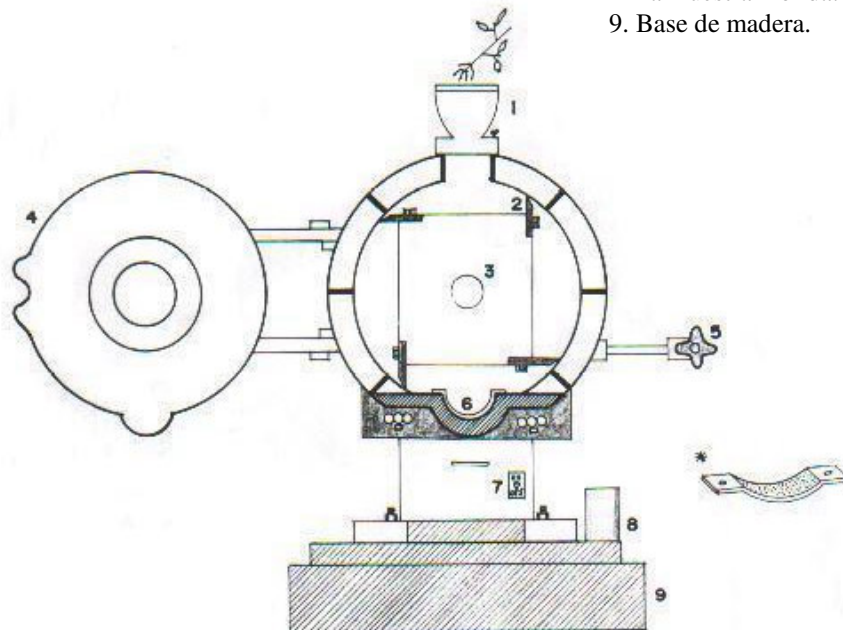
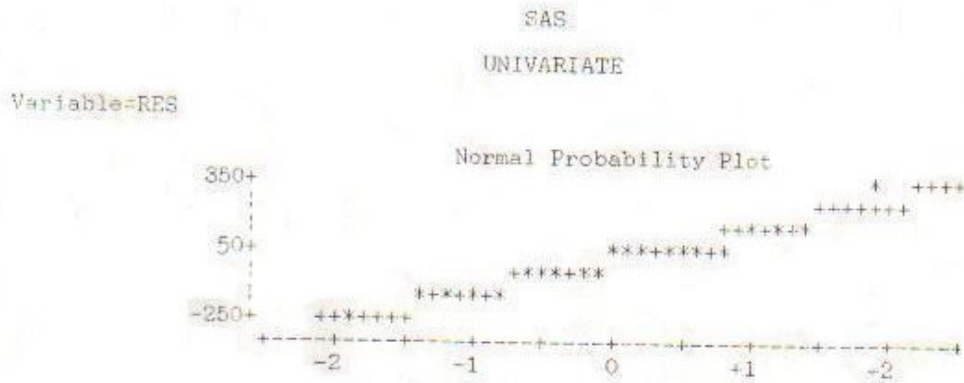
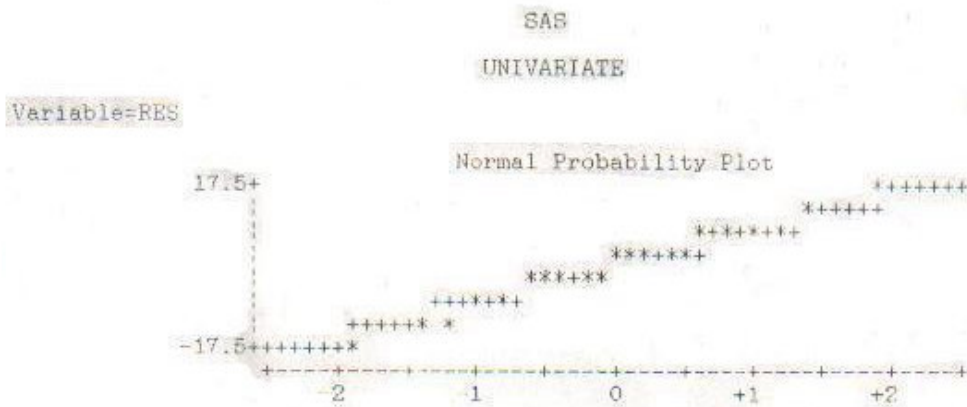


Figura 12A Molino de cuchillas para moler pastos y concentrados.

Gráfica para la variable RendimientoGráfica para la variable Severidad

Grafica de la

Variable=RES

27.5+



Figura 13A Gráficas de las pruebas de Normalidad de las tres variables evaluadas a través de SAS.



