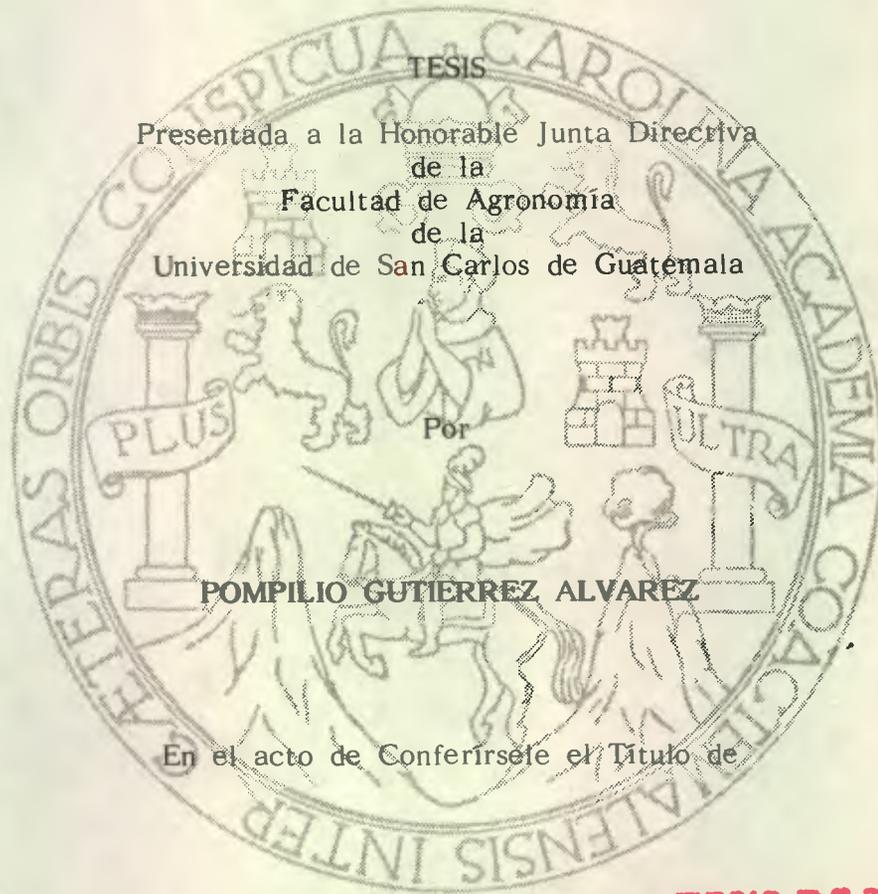


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

USO DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE NEMATODOS
EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum miller)



Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POMPILIO GUTIERREZ ALVAREZ

En el acto de Conferirse el Título de

INGENIERO AGRONOMO

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Junio de 1988

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

DL
01
T(1117)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL 4o.	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL 5o.	Br. Byron Milian
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



Referencia PP-029-88

Anexo

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

25 de mayo de 1988

Ingeniero Agrónomo
Aníbal Martínez
Decano
Facultad de Agronomía.

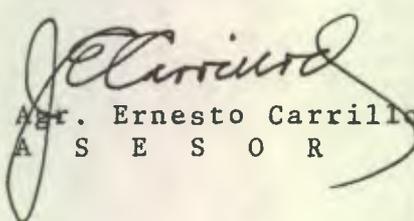
Señor Decano:

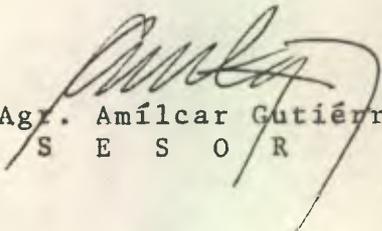
Es de nuestro agrado manifestarle que hemos concluido la asesoría y revisado el escrito final del trabajo de tesis titulado "USO DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller), realizado por el estudiante Pompilio Gutiérrez Alvarez, carnet número 8010108.

Esta investigación es una buena contribución a la búsqueda de nuevas medidas de control de nemátodos.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Ernesto Carrillo
A S E S O R


Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez A.
A S E S O R

EC/AGA/eqded.

Guatemala, 3 de Junio de 1988.

Honorables Miembros
Junta Directiva
Facultad de Agronomía

Honorables Miembros:

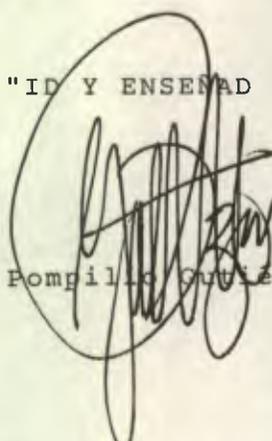
De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos, me es grato someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"USO DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller)."

Presentándola como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Pompilio Gutiérrez Alvarez

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

AL CAMPESINO MINIFUNDISTA

Responsabilidad nuestra.

A MIS PADRES

Benjamín y Angela

Por no declinar esos nobles
esfuerzos en los momentos
difíciles, forjando decidi-
damente mi superación.

A MIS HERMANOS

Júlio Edgar, Sonia Virgenda,
Amílcar, Goliath, Coralia,
Hamzell y Sergio Vinicio
Amigos de penas y alegrías.

A MI NOVIA

Gilda del Cid

Por su calidad humana.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por las vivencias compartidas.

AGRADECIMIENTOS

- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía.
- A: Mis asesores Ing. Agr. MSc. Amílcar Gutiérrez y Ernesto Carrillo, por su valiosa orientación en la realización del trabajo.
- Al: Ing. Agr. Luis Reyes, por la ayuda brindada.
- A: Gilda del Cid, por su importante contribución en la investigación.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS
INDICE DE GRAFICAS
RESUMEN

	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPOTESIS.....	4
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
1. Relaciones Ecológicas de los Nemátodos	5
2. Nemátodos en Tomate y su Control en Guatemala.....	6
3. Propiedades de las Plantas Tóxicas a Evaluar en las Pruebas de Control de Nemátodos en Tomate.....	7
4. Métodos de Extracción de la Sustancia Activa en las Plantas a Probar.....	11
5. Estudios Realizados de Plantas con Efectos Atrayentes, Repelentes o Nemátocidas.....	12
V. METODOLOGIA.....	15
1. Descripción del Area de Estudio....	15
2. Descripción de la Investigación....	15
3. Análisis de Información.....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
1. Etapa de Laboratorio.....	27
2. Etapa de Invernadero.....	32
VII. CONCLUSIONES.....	49
VIII. RECOMENDACIONES.....	51
IX. BIBLIOGRAFIA.....	52
X. APENDICE.....	54

INDICE DE CUADROS

	<u>PAGINA</u>
1. Arreglo de tratamientos en la evaluación del efecto nemátocida de extractos vegetales sobre poblaciones de <i>Meloidogyne</i> , en condiciones de laboratorio.....	24
2. Arreglo de tratamientos en la evaluación del efecto nemátocida de extractos vegetales sobre poblaciones de <i>Meloidogyne</i> , en condiciones de invernadero.....	26
3. Análisis de varianza efectuados para la evaluación del efecto nemátocida de diferentes extractos vegetales en laboratorio	28
4. Análisis de varianza efectuado, para las variables número de nemátodos escala diagramática y peso seco, al evaluar el efecto nemátocida de extractos vegetales en tomate en invernadero.....	37
5. Análisis de varianza factorial completo entre extractos vegetales para control de nemátodos del género <i>Meloidogyne</i> en tomate.....	39
6. Contrastes ortogonales para las variables conteo de nemátodos escala diagramática, y peso seco en tomate al evaluar el efecto nemátocida de extractos vegetales en invernadero.....	44
7. Análisis de varianza factorial completo entre vegetales para escala diagramática (Índice de agallamiento en raíces de tomate) al evaluar el efecto nemátocida de extractos vegetales en condiciones de invernadero.....	46

INDICE DE GRAFICAS

PAGINA

1.	Comparación entre testigo, extractos vegetales y nemátocida comercial, según porcentaje de nemátodos no afectados en la prueba, de control " <u>in vitro</u> ".....	31
2.	Promedio del número de nemátodos según el número de aplicaciones en la <u>evaluación</u> del efecto nematocida de extractos vegetales en tomate.....	41
3.	Promedio del número de nemátodos según la especie vegetal probada en la <u>evaluación</u> del efecto nematocida de extractos vegetales en tomate.....	41
4.	Promedio del número de nemátodos según el estado fresco o seco de la planta usada en el ensayo, al <u>evaluar</u> el efecto nematocida de extractos vegetales en tomate.....	42
5.	Promedio del número de nemátodos según la parte de la planta usada en el <u>ensayo</u> , al evaluar el efecto nematocida de extractos vegetales en tomate.....	42
6.	Promedio del número de nemátodos según la concentración utilizada en la <u>evaluación</u> del efecto nematocida de extractos vegetales en el cultivo de tomate.....	43
7.	Indice de agallamiento según <u>escala</u> <u>diagramática</u> transformada para una o dos aplicaciones de extractos vegetales para control de nemátodos en tomate.....	47

8. Índice de agallamiento según escala dia
gramática de severidad transformada para
especies vegetales probadas, para el con
trol de nemátodos en tomate..... 47

9. Índice de agallamiento según escala dia-
gramática de severidad transformada para
el efecto fresco y seco del material ve-
getal evaluado para el control de nemáto
dos en tomate..... 49

10. Índice de agallamiento, según escala dia
gramática transformada para la parte de
la planta usada al evaluar extractos ve-
getales para el control de nemátodos en
tomate..... 49

11. Índice de agallamiento según escala dia-
gramática transformada, según la concen-
tración utilizada, al evaluar el control
de nemátodos en el cultivo de tomate..... 50

USO DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller).

CONTROL OF NEMATODES IN TOMATOE (Lycopersicon esculentum Miller) USING VEGETABLES EXTRACT.

RESUMEN

La producción del tomate para el pequeño agricultor, se ve mermada, en algunas de las áreas de las zonas tomateras del país, debido al daño producido por los nemátodos, estos no solo afecta al tomate sino también a otros cultivos. En muchos casos, se utilizan nematicidas comerciales, cuyo uso, en estos últimos años, se ha incrementado considerablemente, causando problemas de equilibrio ecológico en el suelo y creando dependencia de los mismos. Uno de los recursos propuestos para el control de estos agentes es el uso de extractos vegetales de carácter tóxico, en la presente investigación, se evaluaron algunas especies vegetales con características nematicidas.

El objetivo planteado fue determinar en laboratorio e invernadero las mejores plantas con características tóxicas, así como sus partes, su estado (seco o fresco), su concentración y número de aplicaciones, que tengan la capacidad de controlar poblaciones de nemátodos del género Meloidogyne, por ser este el de mayor importancia en nuestro medio.

La metodología usada fue sencilla, el material se llevó a ebullición y luego se filtró o bien se licuó y se centrifugó, el solvente usado en los extractos fue agua. Se trató de hacer lo más simple que fuera posible con el objeto que, en el futuro, el agricultor pudiera preparar los extractos en el campo. La evaluación se hizo en base a la capacidad de cada especie vegetal para controlar a los nemátodos.

Los resultados obtenidos en laboratorio demostraron que el efecto del nematicida comercial Carbofuran, sobrepasó al obtenido por los extractos vegetales. La especie más eficiente fue el "mata caballos" (Asclepias curassavica L.), que eliminó a los nemátodos en un menor tiempo que el nematicida y en algunas aplicaciones lo superó. En cuanto al estado de la planta, es indiferente el uso de materia seca o fresca y la parte de mayor efectividad fue la semilla. La concentración más eficaz fué una parte de material vegetal por dos de agua (1:2). Al comparar el testigo con los extractos vegetales se observó que todas las especies usadas presentaron un efecto nematicida.

Los resultados de invernadero fueron similares a los de laboratorio. En invernadero el número de aplicaciones es inversamente proporcional al número de nemátodos. Para futuras investigaciones se recomienda que al momento de preparar los extractos se pruebe otro solvente que sea adecuado, según la eficiencia y grado de contaminación ambiental.

I. INTRODUCCION:

La importancia que tiene, en nuestro país, el tomate es por todos conocida. Para el año de 1990 se estima una extensión de cultivo de 16,000 Has., con un rendimiento de 10,548 Kg/Ha., constituyendo la ocupación de más de 150,000 guatemaltecos en forma directa o indirecta (11.17).

El 80% de la producción nacional se cultiva en la zona nor-oriental y parte de ésta es industrializada o bien exportada a países como: El Salvador, Alemania y Francia (17).

En la región de mayor producción, así como en otras áreas y en otros cultivos, se tienen serios problemas en cuanto a daños producidos por altas poblaciones de nemátodos, principalmente del género Meloidogyne, registrándose en algunos casos, hasta el 35 a 40% de pérdidas (8).

Por otro lado, el uso de nemátocidas no ha tenido los resultados deseados, ya que, inicialmente reducen las poblaciones de nemátodos, pero con el tiempo éstas aumentan más de lo que anteriormente estaban, lo cual crea dependencia gradual de éstos productos. Por otra parte los nemátocidas alteran el equilibrio de la microflora y fauna del suelo y, además, incrementan los costos de producción y contribuyen a la fuga de divisas.

Debido a esta situación se hace necesario buscar un método de control efectivo, barato y de preparación sencilla, el cual reduzca el efecto negativo de los nemátocidas comerciales, de manera que el agricultor pueda usarlo sin problema. Una alternativa es el control biológico (2). Al respecto se ha probado, en otros países, la utilización de plantas con características repelentes, atrayentes o bien nemátocidas, sin embargo la información a que se tiene acceso es reducida.

En Guatemala existen plantas silvestres nativas o introducidas que pueden ser eficaces en el control de los principales géneros de nemátodos del tomate, pero es necesario estudiarlas para conocer sus ventajas y limitaciones.

En este estudio, se investigaron extractos vegetales con potencial nematicida, las plantas se probaron en laboratorio y en invernadero. De los extractos evaluados en laboratorio se seleccionaron las mejores partes de cada una de las plantas y luego se probaron en invernadero observándose el comportamiento de las poblaciones de nemátodos y el de las plántulas de tomate.

El trabajo se realizó en los laboratorios de la Facultad de Agronomía y en los invernaderos del Centro Experimental Docente de Agronomía (C.E.D.A.), en la Universidad de San Carlos, Ciudad de Guatemala.

II. OBJETIVOS:

1. Determinar en el laboratorio la parte del vegetal, su estado fresco o seco y concentraciones adecuadas de extractos vegetales de "Mata Caballos" (Asclepias curassavica L.), "Vuelvete Loco" (Datura stramonium L.), "Cinco Negritos" (Lantana camara L.) y "Adelfa" (Nereum oleander L.) para el control de Meloidogyne spp. y en comparación con un nemátocida comercial.
2. Conocer el efecto de los extractos vegetales de "Mata Caballos" (Asclepias curassavica L.), "Vuelvete Loco" (Datura stramonium L.), "Cinco Negritos" (Lantana camara L.) y "Adelfa" (Nereum oleander L.), sobre las poblaciones de Meloidogyne spp. en tomate comparados con un nemátocida comercial, bajo condiciones de invernadero.
3. Evaluar el desarrollo de plantas de tomate con diferentes tratamientos de extractos vegetales de "Mata Caballos" (Asclepias curassavica L.), "Vuelvete Loco" (Datura stramonium L.), "Cinco Negritos" (Lantana camara L.) y "Adelfa" (Nereum oleander L.), aplicados al suelo para el control de Meloidogyne spp, en condiciones de invernadero.

III. HIPOTESIS:

1. Alguna de las partes, su concentración y su estado seco ó fresco de las especies "Mata Caballos" (Asclepias curassavica L.), "Vuelvete Loco" (Datura stramonium L.), "Cinco Negritos" (Lantana camara L.) y "Adelfa" (Nereum oleander L.), evaluadas en el laboratorio como extractos vegetales, tendrán efectos nematocidas sobre Meloidogyne.

2. Las partes de la planta seleccionada, su estado seco ó fresco y las concentraciones de los extractos vegetales de "Mata Caballos" (Asclepias curassavica L.), "Vuelvete Loco" (Datura stramonium L.), "Cinco Negritos" (Lantana camara L.) ó "Adelfa" (Nereum oleander L.), utilizados en tomate, reducirán significativamente las poblaciones de nemátodos.

IV. REVISION DE LITERATURA:

1. Relaciones Ecológicas de los Nemátodos:

El conocimiento de las relaciones ecológicas entre los nemátodos parásitos de las plantas y su medio ambiente, es importante para la comprensión de algunos de los principios sobre su control.

La mayoría de nemátodos parásitos de plantas viven en el suelo durante todo o parte de su ciclo vital y pueden soportar los frecuentes cambios que provocan las prácticas agrícolas (2.5).

La rizosfera, zona circundante a las áreas, es un medio dinámico en donde con frecuencia las relaciones entre los nemátodos huéspedes y el medio ambiente son de naturaleza química (5).

Las raíces de las plantas, además de servir como fuentes de alimentación para los nemátodos fitoparásitos, pueden modificar el medio ambiente del suelo disminuyendo la concentración de nutrientes minerales, agotando la humedad, reduciendo el oxígeno y contribuyendo con una variedad de sustancias orgánicas por exudación y desecho de las células.

Los tejidos de las plantas que, en general, son afectados por nemátodos, son los meristemas del ápice de la raíz, los cuales contienen células de paredes delgadas, que ofrecen un medio químicamente rico (16).

En los nemátodos parásitos de plantas, como el del nódulo radicular, de quiste y de los cítricos, las células de los huéspedes están modificadas para proporcionar sitios especializados para la alimentación y su dependencia fisiológica y nutricional sobre el huésped, llega a estar delicadamente balanceada (2.5).

Las exudaciones de raíces pueden inhibir la incuba-

ción o repeler a los nemátodos. Según algunas observaciones, parece ser que hay plántulas como la Caléndula (Tages erecta L.), el espárrago (Asparragus officinalis L.) y el tabaco (Nicotiana tabacum L.), que producen sustancias químicas que repelen y hasta eliminan a algunas especies de nemátodos (16).

2. Nemátodos de Tomate y su Control en Guatemala:

Los problemas ocasionados por la presencia de nemátodos aumenta cada vez más en diferentes zonas tomateras del país. En la zona nor-oriental se ha visto reducida la producción (8).

2.1 Daños en Tomate:

Los síntomas se manifiestan con una marchitez, desarrollo poco vigoroso, achaparramiento, clorosis, tallo deforme, proliferación y pudrición de raíces y nódulos en las mismas. El principal daño que ocasionan es de carácter mecánico, ya que producen lesiones en los tejidos de la raíz, principalmente para alimentarse de los jugos celulares. Los tejidos alrededor de la lesión al ser perforados reciben la secreción de sustancia tóxicas que los nemátodos inyectan en el momento de introducir su estilete.

2.2 Géneros de Nemátodos Fitoparasíticos reportados en el país:

No se han hecho estudios recientes de reconocimiento de los géneros de nemátodos en tomate, pero sí se sabe que Meloidogyne spp. son los que ocasionan mayores problemas.

Castillo Perdomo (4), en un estudio de los géneros de nemátodos, en el valle de la Fragua, en el cultivo del melón, reporta los siguientes géneros:

- Meloidogyne spp.

- Hoplolaimus sp.
- Quinilsulcius sp.
- Crinonemoides sp.

Es muy probable que en esta zona se encuentren los mismos géneros afectando al cultivo de tomate.

2.3 Métodos de Control de Nemátodos en Tomate usados en el País:

Existen muchos métodos de control, pero, lamentablemente en nuestro medio, son escasos los que se practican.

Los métodos usados actualmente son:

- Variedades resistentes.
- Rotación de cultivos.
- Control químico.

2.3.1 Los principales nematicidas comerciales que se utilizan para el control de nemátodos en Guatemala son:

<u>Nombre Técnico</u>	<u>Nombre Comercial</u>
Bromuro de metilo.....	M.B.
Aldicarb.....	Temik
Carbofurano.....	Furadan
Phenamiphos.....	Nemacur
Oxamyl.....	Vidate
Otros (18).	

3. Propiedades de las plantas a evaluar en las pruebas de control de nemátodos en tomate:

Existe una diversidad de plantas con un sinnúmero de propiedades que son aprovechadas en aspectos de diferente índole.

A continuación se dan a conocer algunas de las aplicaciones de las plantas de interés en este trabajo:

3.1 Asclepias curassavica L.

Comunmente, en nuestro país, se la conoce como "Mata Caballo". Pertenece a la familia Asclepiadaceae, las plantas regularmente son hierbas. El látex de muchas especies de esta familia es venenoso, aunque algunas tienen propiedades eméticas debido a la emetina. Harnack, citado por García (10), descubrió el glucósido asclepiadina. Este producto detiene la respiración y produce una verdadera disnea, la muerte llega por una parálisis brusca en el corazón. Según Beille citado por García (10), para la especie A. curassavica L. se ha determinado que los componentes son:

- Glucósido.
- Asclepiadina (purgante emético).
- Asclepina (glucósido amorfo).
- Asclepiona.
- Aceite volátil.
- Materia resinosa y peptina (17, 9).

3.2 Datura stramonium L.

Pertenece a la familia Solanacea, se le conoce en el país como "Vuelvete Loco". Las especies de Datura, silvestres o cultivadas, especialmente las arbustivas de flores blancas, según William Safford (10) en su estudio de "Daturas of the New World", contienen hiocianina, atropina y escopolamina, alcaloides que están distribuidos en diversos órganos. Según Feldmans, los alcaloides del género Datura son:

- Atropina.
- Hioscianina (escopolamina).

- Meteloidina.
- Nor-Hioscianina (1, 9).

Se cree que Datura stramonium L. es proveniente del Oriente de Norteamérica, aunque otros afirman que es de la India. Toda la planta posee alcaloides del tipo Hiosciamina, atropina y algo de escopolamina. En dosis fisiológicas produce ligeros vértigos, acelera la circulación y la respiración, debilita la sensibilidad y la energía muscular, perturba la vista, provoca sed y aumenta el calor animal, la tensión arterial y las secreciones cutáneas y urinarias. En dosis de 30 a 40 gramos de sus hojas en infusión puede producir la muerte y de 2 a 3 gramos delirios y alucinaciones (3,10).

3.3 Lantana camara L.

Familia verbenaceae, conocida en nuestro país como "Cinco Negritos". Pecket (9) detectó en la composición de L. camara L., un alcaloide denominado lantinina, que es un alcaloide semejante a la quinina, según Villatoro ésta tiene efectos antiespasmódicos (21).

Humbert (3), indica que existe una sustancia mucilaginosa, junto a 22% de aceite volátil, que comprende 80% de cariofileno, 10-12 % de 1-felandreno, pequeñas cantidades de formaldehído y alcohol. Las flores secas encierran 0.07% de aceite heteróxico en parafineno.

La corteza de la raíz y del tallo contienen el alcaloide lantinina. Villatoro (21), indica que contiene fenoles, ácido diterpénico libre y alcaloides. Robert (19), dice que la parte más venenosa de la planta es el fruto, los cuales causan un severo envenenamiento en algunos animales y son más tóxicos cuando están verdes.

La coccción de la raíz se emplea como expectorante en

la bronquitis, la tos y el asma (20). Según Aguilar (1) en nuestro país se emplean para reumatismo y como tónico estomacal.

3.4 Nereum oleander L.

Planta introducida, perteneciente a la familia Apocynaceae, conocida en nuestro país como "Adelfa" ó "Narciso". Según Calderón y Standley (10) todas las partes de la planta son venenosas.

El látex es primero azucarado y después amargo, encierra algunos glucósidos como oleandrina, nerina, neriantina y según Dubicadoux y Durie (10) estrofantina. Se han encontrado vestigios de nerina, neriantina, neriantogénina y una resina. Además las hojas contienen, según Laderer (3), salicilina.

Arnold (18), dice que toda la planta es venenosa, pero especialmente las hojas laterales, la planta contiene procaina y quinidina.

En cuanto a las propiedades tóxicas de la planta se debe, según Lukonsky (10), a la presencia de dos alcaloides, la seudocumarina y oleandrina, empero muchos autores sostienen que solo la oleandrina es tóxica.

Un animal, experimentalmente envenenado con N. oleander, muere con dosis de 30 centigramos por cada kilogramo de peso. Se ha establecido para corteza, hojas y frutos inmaduros, los digüentes compuestos:

- Glucósido cristalino.
- Felineurina (compuesto tóxico que por deshidratación produce oleandrina).
- Digetaligenina.

Este arbusto venenoso se ha usado como insecticida, con relativo éxito, para preservarse de las picaduras de

insectos, tales como: mosquitos, pulgas y otros parásitos del hombre. En medicina se utiliza en caso de lesión renal, también como tónico y regulador del corazón. El polvo de las hojas es violento estornudatorio y el agua donde se lavan estas plantas adquieren propiedades nocivas (18, 19).

4. Métodos de Extracción de la Sustancia Activa en las Plantas a Probar.

En la parte anterior se dieron a conocer los compuestos principales, que poseen una acción fisiológica más o menos intensa sobre los animales. El método de extracción está relacionado, con el tipo de compuesto que se desee obtener, en nuestro caso se trata de metabolitos secundarios, específicamente alcaloides. Estos pueden o no encontrarse en un determinado vegetal, carecen de función definitiva en el metabolismo y, su abundancia o ausencia, proporcionan a una planta, características químicas útiles para el aprovechamiento humano (6).

Los alcaloides son un tipo heterógeno de sustancias básicas nitrogenadas fisiológicamente activas, se han aislado en hongos, criptógamas vasculares y en 86 familias de angiospermas (6). Regularmente se hallan en los vegetales, como sales de ácidos orgánicos. Se les asocia con la protección del vegetal ante los actos depredatorios de insectos y animales herbívoros, aunque hay alcaloides que son tóxicos tanto para el hombre como para los animales superiores, pero no para los insectos. En lo que concierne a su distribución en la planta, en ocasiones se hallan restringidos a ciertos órganos o a ciertas plantas con una parte en especial de éstas (6). Los métodos de extracción química de los alcaloides se puede hacer por medio de un solvente orgánico, un proceso acuoso y alcalino, ambos se

pueden preparar por un considerable número de métodos. Pero cualquier método requiere una cantidad de sustancias (amoníaco, alcohol etílico, cloroformo, etc.), que en forma definitiva afectan a los nemátodos (7). Por lo tanto sería dificultoso evaluar si son las sustancias usadas en la extracción o los alcaloides de las plantas a trabajar las que afectan a los nemátodos.

5. Estudios Realizados de Plantas con Efectos Atrayentes, Repelentes o Nematicidas:

Al respecto, los estudios hechos se han derivado de observaciones casuales, por lo que es bastante limitada la información, pero es necesario aprovechar el potencial que encierra esta parte del control biológico, buscando plantas con antecedentes promisorios.

Las raíces de las plantas desprenden sustancias denominadas secreciones radiculares que afectan, en diversas formas, el comportamiento de los nemátodos parásitos de los vegetales.

Sin duda alguna, es por medio de las secreciones radiculares, que los nemátodos fitoparasíticos son capaces de localizar las raíces de sus plantas huéspedes (16).

Se cree que las anfidias, un par de órganos cefálicos sensibles, son los sistemas de percepción que usan los nemátodos para descubrir la presencia de sustancias químicas; estas sustancias al difundirse dentro del suelo resultan ser tóxicas para los nemátodos fitoparasíticos (5).

Barrons citado por The National Academic of Sciences (NAS) (16), demostró que las larvas entran libremente en las raíces de las plantas resistentes como Crotalaria es-
pectabilis, pero no llegan a sobrevivir en ellas.

Stowey, citado por Christie (5), descubrió que el cul

tivo de la caléndula africana (Tagetes erecta), reducía, al asociarse a narcisos, la gravedad de la pudrición de la raíz en la siguiente cosecha de éstos, duplicando el rendimiento de bulbos. Parece que la mejoría se debió a la reducción de poblaciones de Pratylenchus existentes en el suelo, principalmente P. penetrans. Cuando menos, hasta cierto punto, parece que las secreciones de éstas les eran nocivas.

El género Lantana y probablemente la especie ambrosia artemissifolia, es un ejemplo de plantas resistentes, en cuyas raíces no entran larvas de algunas especies o entran en un número muy pequeño (14).

Stenbrink, Kniper y Sjacob, citados por Christie (5) investigaron 16 variedades de caléndula, las cuales se infestaron hasta cierto punto, con los parásitos P. penetrans y P. pratensis; pero sus raíces albergan menos que cualquier otra de las plantas estudiadas. Estos investigadores llegaron a la conclusión que tal efecto sobre las poblaciones de nemátodos, no se debían a la putrefacción final de la caléndula en el suelo, sino a la acción final de las secreciones radiculares que despiden las plantas en desarrollo y que actúan como un nematocida.

Unlenbroek y Bijlco, citados por Christie (5), llegaron a la conclusión de que el efecto depresor de Tagetes sobre las poblaciones de nemátodos se debe a la presencia de polietienilos, en especial de -tertienil.

En los exudados de plantas que han tenido este comportamiento, se han encontrado tres compuestos del tipo Tertienil, que son tóxicos a los nemátodos (2,9).

Según Weerdt, citado por The National Academic of Sciences (NAS) (16) indique que para el caso de Brassica napobrassica Mill, esta puede enmascarar o neutralizar los

efectos atrayentes de secreciones radiculares de plantas huéspedes de nemátodos.

Si se encuentran, en concentraciones suficientes, los principios activos de las secreciones de algunas plantas, son tóxicos para los nemátodos (2).

Efectos comparativos de preparaciones derivadas de algas marinas y el nematicida Ethoprop sobre la grama bermuda, Cynodon dactylon L., severamente infestadas por los nemátodos del género Xiphinema, Pratylenchus, Belonolaimus, Helicotylenchus y otros, indican que, dos meses después, los rendimientos en la sección donde no se aplicó el nematicida, aumentaron con respecto a la otra sección, empero la diferencia desapareció, en las semanas siguientes, lo que indica buenos resultados de los derivados de algas (15).

Duarte Minna (7) probó apazote, (Chenopodium ambrosioides L.) apasín (Petiveria alliacea L.) y té de limón (Cymbopogon citratus D.C. Stapf.), para el control de Meloidogyne goeldi en tomate, comparándole con nemagón y testigos. Debido al método de extracción y no a los compuestos del vegetal, las evaluaciones se vieron afectadas, porque las sustancias de extracción (solventes) mataban nemátodos sin la presencia del mismo. Aunque, como resultado de su investigación, resultó mejor el extracto de apasín, que cualquier otro tratamiento, incluyendo el químico.

V. METODOLOGIA:

1. Descripción del Area de Estudio:

El estudio se estableció en el invernadero del CEDA, Facultad de Agronomía, Ciudad Universitaria, Guatemala, Ciudad.

Descripción General:

Latitud	14° 35' 11"
Longitud	90° 35' 58"
Altitud	1502 m.s.n.m.
Precipitación pluvial	1246.8 mm. en 110 días
Humedad relativa	79%
Temperatura (°C)	mínima 13.7 media 18.2 máxima 24.7
Velocidad del viento	15.4 K/h. dirección NNE
Presión atmosférica	640.2 mm.
Suelo	Tipo Inceptisol serie Guate mala
Zona de vida	Bosque húmedo subtropical templado

2. Descripción de la Investigación:

2.1 Material Experimental:

2.1.1. Especies Utilizadas: En laboratorio se evaluaron en un pre-estudio ocho diferentes especies de plantas tóxicas para humanos y algunos animales, dando como resultado la selección de cuatro especies que producían la muerte a los nemátodos:

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre técnico</u>
Mata Caballos o Vivorana	<u>Asclepias curassavica</u> L. Planta Nativa
Vuélvete Loco o Estramonio	<u>Datura stramonium</u> L. Planta Nativa

Cinco Negritos	<u>Lantana camara</u> L. Planta Nativa
Adelfa o Narciso	<u>Nereum oleander</u> L. Planta Nativa

Las cuatro especies se recolectaron en los departamentos de Zacapa y Guatemala (ver figura No.1).

2.1.2. Suelo y Raíces: El suelo y raíces utilizados en el experimento fue de una zona tomatera, naturalmente infectada, ubicada al sur-oeste de Amatitlán, departamento de Guatemala, cercana al vivero "Mil Flores" (ver figura No.1). Al efectuar los análisis de nemátodos se encontraron aproximadamente, 5,000 nemátodos (machos y en su mayoría larvas) por 100 gramos de suelo, determinándose que pertenecían al género Meloidogyne, estos se usaron en la etapa de laboratorio. Para la etapa de invernadero, se usaron aproximadamente 8,000 nemátodos (machos y larvas) del mismo género por 100 gramos de suelo.

En las raíces se determinó el número de nemátodos del género Meloidogyne, por 50 gramos de raíz y se sumó a la cantidad de nemátodos del suelo. En la etapa de laboratorio se usaron aproximadamente 19,000 nemátodos (machos y larvas) por 100 gramos de suelo y 50 gramos de raíz y en invernadero aproximadamente, 24,000 nemátodos (machos y larvas) por 100 gramos de suelo y 50 gramos de raíz.

2.1.3. Cultivos: La variedad de tomate utilizada fue Roforto usándose semilla debidamente certificada. Esta variedad es bastante empleada en campos de cultivo por su aceptación en el mercado, presenta susceptibilidad al ataque de nemátodos, pero posee características tales como: Alto rendimiento y resistencia a otras

A. Curassavica L. = °
 D. stramonium L. = +
 L. camara L. = *
 N. oleander L. = &
 Nemátodos del género Meliodogyne = ~



FIGURA No. 1

LOCALIZACION DE LAS AREAS DONDE SE COLECTO EL MATERIAL VEGETAL Y SUELO CON NEMATODOS PARA EL ENSAYO

plagas y enfermedades, En los semilleros se utilizó suelo estéril tratado con bromuro de metilo.

2.1.4. Nematicida Comercial: El nemáticida comercial usado presenta las siguientes características:

- Nombre comercial : Furadan
- Nombre común : Carbofuran
- Composición química: 2,3-dihidro-2, 2-dimethyl-7-benzofueranyl-methylcarbamate.
- Formulaciones: Furadan 75%, Furadan 10G, Furadan 5G, Furadan 3G, Furadan 4F, Furadan 3F.
- Dosis usadas: 3 gramos por planta y 3 gramos en 10 y 20 mililitros de agua.
- Acción biológica: Se puede utilizar en aplicaciones foliares, con acción residual y de contacto ó como sistémico aplicado al suelo.

2.2 Técnicas de Laboratorio:

2.2.1. Número de Tratamientos a Utilizar: Del campo se tomaron aquellas especies tóxicas, ya seleccionadas, que poseían buenas características de desarrollo, partes de éstas se pusieron a secar para luego ser utilizadas al igual que las frescas en una extracción. De cada especie tóxica se tomaron todas sus partes (raíz, hojas-tallos, flores-frutos y semillas) obteniéndose así, extractos de especies tóxicas con material en estado seco y fresco. De cada una de estas extracciones se evaluaron tres concentraciones.

2.2.2. Obtención de los Extractos: La extracción para material seco consistió en licuarlo y luego llevarlo a punto de ebullición por cinco minutos en agua, según su concentración, así para la concentración 1:2 se utilizó 50 gramos del material vegetal y 100 mililitros de agua, de igual forma para la concentra-

ción 1:4 y 1:6. Posteriormente se filtró y centrífugo a 3,000 rpm. por tres minutos, con el fin de clarificar la muestra. El procedimiento para material fresco fue licuar, macerar, filtrar y centrifugar las muestras, sin llevar el material vegetal a punto de ebullición.

2.2.3. Manejo de Extractos y Nemátodos: Una vez hecho el extracto se vació, en una caja de petri, 10 ml. del mismo por cada repetición y se incorporó a la caja 30 nemátodos (machos y larvas) todos del género Meloidogyne. Los nemátodos que permanecieron luego de su extracción en agua, se transfirieron al extracto tóxico por el método de incorporación con micropipeta, el tiempo que permanecieron en el medio tóxico fue de 72 horas, con lecturas cada 24 horas, observándose su comportamiento en el sustrato. Pasadas las 72 horas los nemátodos se colocaron, por un mes, en cajas de petri con agua estéril, la cual fue oxigenada, para determinar si era posible su recuperación después de haber estado "afectados" o muertos, descartándose así que pudieran estar en estado de quiescencia.

2.2.4. Extracción de Nemátodos del Suelo y Raíces: Los nemátodos a usar para la inoculación artificial, se aislaron por los nemátodos de: Embudos de Baerman en el caso del suelo y licuado-tamizado y disección para raíces (ver apéndice). Se obtuvo, para el ensayo de laboratorio, un promedio de aproximadamente 19,000 nemátodos (machos y larvas), los cuales perma necieron en agua destilada estéril para luego ser transferidos al sustrato de plantas tóxicas.

2.3 Técnicas de Invernadero:

2.3.1. Extractos Usados: A partir de los resultados de laboratorio, se eliminó la especie conocida como "Cinco Negritos". De cada una de las especies seleccionadas se tomaron sus dos mejores partes, tanto en estado seco como fresco. De las concentraciones utilizadas se descartó la 1:6 por ser la menos efectiva. Se decidió hacer dos aplicaciones por tratamiento, la primera en el momento del trasplante y la segunda 25 días después. Se incorporó 25 ml. de cada extractos, por cada tratamiento, a las macetas. Las extracciones se obtuvieron de la misma manera que para laboratorio.

2.3.2. Preparación del Semillero: El semillero se preparó dos meses después de iniciado el ensayo de laboratorio, las plántulas estuvieron listas para trasplante a los 28 días de haber sido sembradas la semilla.

2.3.3. Siembra: Se llenaron, por cada tratamiento, cuatro macetas, con 800 gramos de suelo infestado, a este suelo se le agregaron, aproximadamente, 18,000 nemátodos por maceta, que se extrajeron de raíces de tomate infestadas. Se homogeneizó la solución que contenía los nemátodos, se aplicó con pipeta y se esperó 24 horas para iniciar el trasplante. Al momento del trasplante se inició la primera aplicación en donde la raíz de cada plántula de tomate era remojada en 25 mililitros de su respectivo tratamiento y el resto vertido al suelo. Con el objeto de asegurar el trasplante se colocaron 5 plántulas por maceta y luego se eliminaron 3. Se aplicó, además, mercurio metálico (Agallol) según dosis y uso recomendado.

2.3.4. Estabilización de la Población: Se trasplantó un mayor número de plantas que el de los tratamientos y testigo y sus raíces se analizaron junto al sue

lo, pasados ocho días, con el propósito de ver si la población inicial de nemátodos había sufrido algún cambio drástico ó si las poblaciones se mantenían aproximadas al número inicial, cumpliéndose esto último. Simultaneamente, se efectuó la primera lectura tomando los parámetros: Altura de la planta y número de hojas, estos datos no se analizaron estadísticamente, pero fueron tomados como información adicional para verificar el trabajo realizado.

Pasados 25 días del trasplante, se hizo la segunda aplicación que consistió en verter a la base del tallo el extracto correspondiente. Se hizo una segunda lectura a los ocho días de esta aplicación.

2.3.5. Período de Conducción: El experimento de invernadero tuvo una duración de tres meses y medio, finalizando cuando estaba el 100% de la floración. En el momento de levantar el ensayo se tomó de cada tratamiento (cada tratamiento tenía 4 repeticiones, equivalente a 4 macetas), 50 gramos de suelo por maceta, haciendo un total de 200 gramos. El suelo se tomó de la zona radicular y se llevó en bolsas al laboratorio. Lo mismo se hizo para raíces y parte aérea.

A las raíces se les tomaron lecturas para conocer la severidad del daño ocasionado por los nemátodos, según tabla de Bridge y Page (ver figura No.2) y se pesaron 20 gramos de ellas sometiéndose a extracción de nemátodos, al igual que el suelo. Al área foliar se le tomó peso seco, en gramos. El conteo de nemátodos del suelo y raíces se hizo de la forma tradicional.

3. Análisis de la Información:

3.1 Evaluación de Laboratorio: Para evaluar el efecto de los extractos de las especies vegetales y el nemátocida químico se utilizó un diseño experimental de com

pleto azar con arreglo factorial $4 \times 4 \times 2 \times 3$, es decir 96 tratamientos vegetales, 3 químicos, 2 repeticiones y el testigo. Los factores fueron especie, partes del vegetal, estado del vegetal y concentraciones (ver cuadro No.1).

Modelo Estadístico:

$$Y_i = U + T_i + E_i$$

U = Media General

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_i = Error experimental del i-ésimo tratamiento

La variable respuesta fue el número de nemátodos que en cada tratamiento permanecían: Normales, "afectados" o muertos. Entendiéndose como "afectado" aquel que permaneciera inmóvil, con daño físico o movimientos no característicos. Los datos se transformaron antes de someterlos al análisis de varianza.

Se analizó la información por medio de un análisis de varianza, prueba de Duncan, factorial para vegetales y contrastes ortogonales.

3.2 Evaluación de invernadero: Según los resultados obtenidos en laboratorio, se determinó usar un diseño completamente al azar, con arreglo factorial $3 \times 2 \times 2 \times 2$, es decir 48 tratamientos vegetales, 2 de carbofuran, el testigo y 4 repeticiones.

Los factores fueron especie vegetal seleccionada, esta do del vegetal, partes del vegetal y concentraciones seleccionadas. (ver cuadro No.2).

El modelo estadístico usado fue el mismo que se utilizó en la evaluación del laboratorio.

Como variables respuesta se usaron: Peso seco de la planta, en donde se incluyeron las raíces y severidad del dano sobre ellas, la cual se determinó en base a

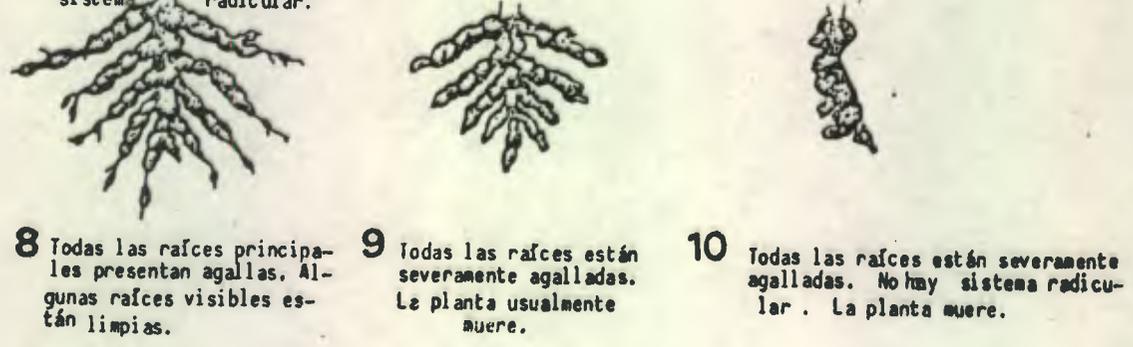
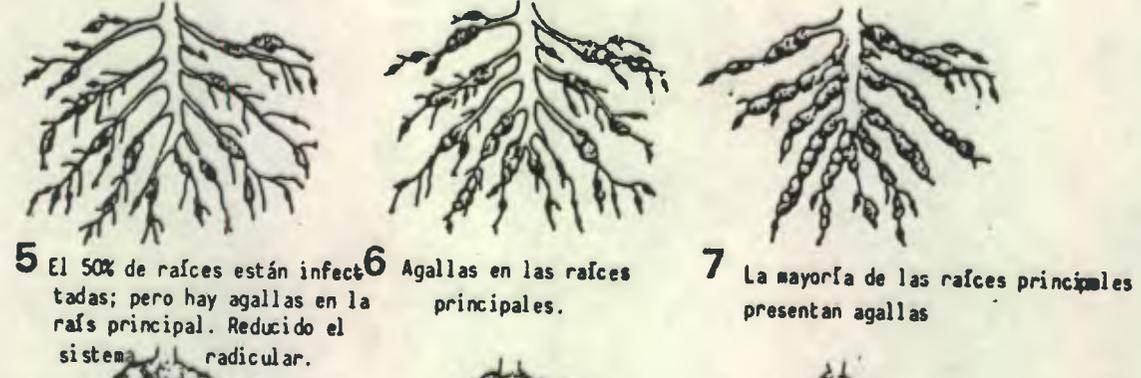


FIGURA No. 2
 ESQUEMAS VALORATIVOS DE SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE LAS
 RAICES CAUSADO POR NEMATODOS DEL TIPO Meloidogyne
 SEGUN BRIDGE, J. y PAGE, S.L.J. (4)

CUADRO No. 1

ARREGLO DE TRATAMIENTOS EN LA EVALUACION
DEL EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES
SOBRE POBLACIONES DE MELOIDOGYNE, EN CONDICIO
NES DE LABORATORIO.

N I V E L E S				
Factor	1	2	3	4
A Especie	Datura a.1	Asclepia a.2	Nereum a.3	Lantana a.4
B Parte del vegetal	Raíz b.1	Tallos/ Hojas b.2	Flores/ Frutos b.3	Semilla b.4
C Estado del mate- rial vegetal	Fresco c.1	Seco c.2		
D Concentraciones según relación	1:2 d.1	1:4 d.2	1:6 d.3	
Testigos				

La relación de los factores y sus niveles es de: 4 especies (A) x 4 partes (B) x 2 estados (C) x 3 concentraciones (D), lo que hace un número total de 96 tratamientos de plantas tóxicas, 2 tratamientos de carbofuran, el testigo y 2 repeticiones.

índices de agallamiento usando las tablas comparativas, según Bridge y Page.

Otra variable usada fue el número de nemátodos por tratamiento. Todos los datos se transformaron antes de someterlos al análisis de varianza.

Se analizó la información por un análisis de varianza, prueba de Tukey, factorial completo de vegetales y contrastes ortogonales, con la finalidad de determinar que tratamiento de las especies vegetales era el mejor y si éste podría ser de importancia comparado con el nemátocida comercial usado.

CUADRO No.2

ARREGLO DE TRATAMIENTOS EN LA EVALUACION DEL EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE POBLACIONES DE MELOIDOGYNE, EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

Niveles			
Factor	1	2	3
Especie	A1 Datura	A2 Nereum	A3 Asclepia
Parte del Vegetal	B1 Hojas/tallo	B2 Semilla ó Raíz	
Estado del material vegetal	C1 Fresco	C2 Seco	
Concentraciones según relación	D1 1:2	D2 1:4	
Número de aplicaciones	E1 Primera	E2 Segunda	
Testigos			

La relación de los factores y sus niveles es de 3 especies (A) x 2 partes (B) x 2 estados (C) x 2 concentraciones (D) x 2 aplicaciones (E), con un total de 48 tratamientos vegetales, 2 tratamientos de carbofuran, un testigo y cuatro repeticiones.

En cuanto a parte del vegetal, la semilla (B₂), solo se usó en una especie (A₃), en las dos especies restantes se usó la raíz (B₂) en lugar de las semillas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Etapa de Laboratorio:

En las primeras lecturas, muy pocos nemátodos eran afectados y no se estableció que alguno estuviera muerto. A medida que los nemátodos permanecían más tiempo en los extractos vegetales, así mostraban estar siendo dañados o no, ello obedeció a que los nemátodos incorporaron paulatinamente a su cuerpo parte del medio en el que se encontraban.

Los nemátodos, que luego de los tratamientos fueron colocados en agua y oxigenados constantemente, en muchos casos no se volvieron a recuperar, lo que indica que los extractos si poseen un poder nematocida o que inducen en los nemátodos quiescencia, criptobiosis o algún otro tipo de dormancia difícil de detectar.

1.1. Comparación de Resultados de Extractos Vegetales y del Nematocida Comercial: Se consideró de mayor importancia, comparar los resultados de los extractos vegetales y del nematocida comercial dado que, sin necesidad de análisis estadístico, las lecturas mostraron diferencias entre el testigo y los extractos vegetales.

En los tres análisis de varianza practicados para nemátodos normales, "afectados" y muertos se determinó que los diferentes tratamientos resultan ser similares para nemátodos "afectados", pero no para los nemátodos normales y muertos (ver cuadro No.3).

A partir de éstos se efectuaron los contrastes ortogonales correspondientes con el fin, de determinar si los tratamientos con nematocida comercial eran más eficientes que los tratamientos de extractos vegetales resultando más eficiente, el nematocida comercial. Esto se debe a que son compuestos con un mayor grado de residualidad, por lo que pueden ejercer más acción sobre las poblaciones de nemátodos. Por otro lado, pueden contener un principio más tóxi

CUADRO No. 3

ANÁLISIS DE VARIANZA EFECTUADOS PARA LA EVALUACION DEL EFECTO NEMATICIDA DE DIFERENTES EXTRACTOS VEGETALES EN LABORATORIO.

Análisis de varianza para nemátodos normales del género <u>Meloidogyne</u> al evaluar 4 especies vegetales con efectos nematicidas y un nematicida comercial.				
F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada
Tratamiento	92	245.4603	2.6680	1.5865 *
Error	466	783.6576	1.6817	
Total	558	1029.1179		

Análisis de varianza para nemátodos "afectados" del género <u>Meloidogyne</u> al evaluar 4 especies vegetales con efectos nematicidas y un nematicida comercial.				
F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada
Tratamiento	92	152.7930	1.6608	0.7534 *
Error	466	1027.3067	2.2045	
Total	558	1180.0997		

Análisis de varianza para nemátodos muertos del género <u>Meloidogyne</u> al evaluar 4 especies vegetales con efectos nematicidas y un nematicida comercial.				
F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada
Tratamiento	92	162.2327	1.7634	2.0419 *
Error	466	402.4477	0.8636	
Total	558	564.6804		

co y/o en mayor concentración que los extractos vegetales.

1.2. Efecto de cada Especie sobre los Nematicidas:

- Análisis de Nemátodos Noramles, "Afectados" y Muertos para cada extracto vegetal: Para ello se hizo un análisis factorial entre cada vegetal, sus partes, su concentración y su estado, junto a la prueba de comparación de medias de Duncan, determinándose lo siguiente:

a) Para Lantana camara L. Comunmente conocida como "Cinco Negritos" se determinó que los tratamientos no son diferentes y que ésta especie fue la menos eficaz, según el análisis factorial. Al compararla en % en base al número de nemátodos muertos, mostró ser un 68% menos eficiente que el nematicida comercial usado (ver gráfica No.1).

Su efecto ocasionó mayormente disminución del movimiento en los nemátodos.

b) Nereum oleander L. Comunmente conocida como "Adelfa" o "Narciso" presentó diferencia significativa entre tratamientos, según el análisis factorial. Al compararla con el nematicida comercial resultó ser menos eficiente en un 38%, sin embargo, causó la muerte a más de la mitad de la población de nemátodos de la prueba (ver gráfica No.1).

La parte vegetal que superó a las demás según la prueba de Duncan, fue la asociación de tallo y hoja, evaluado como un solo tratamiento por considerarse de igual composición.

Con relación al estado del material en la prueba de medias Duncan, el estado fresco fue más eficiente que el seco, pese a que se esperaba lo contrario, esto señala la posibilidad de que en el secado del material algún compuesto se pudo haber perdido. Para las concentraciones evaluadas, se determinó que la que poseía más cantidad de material vegetal (1:2) afectó más a las poblaciones de nemátodos.

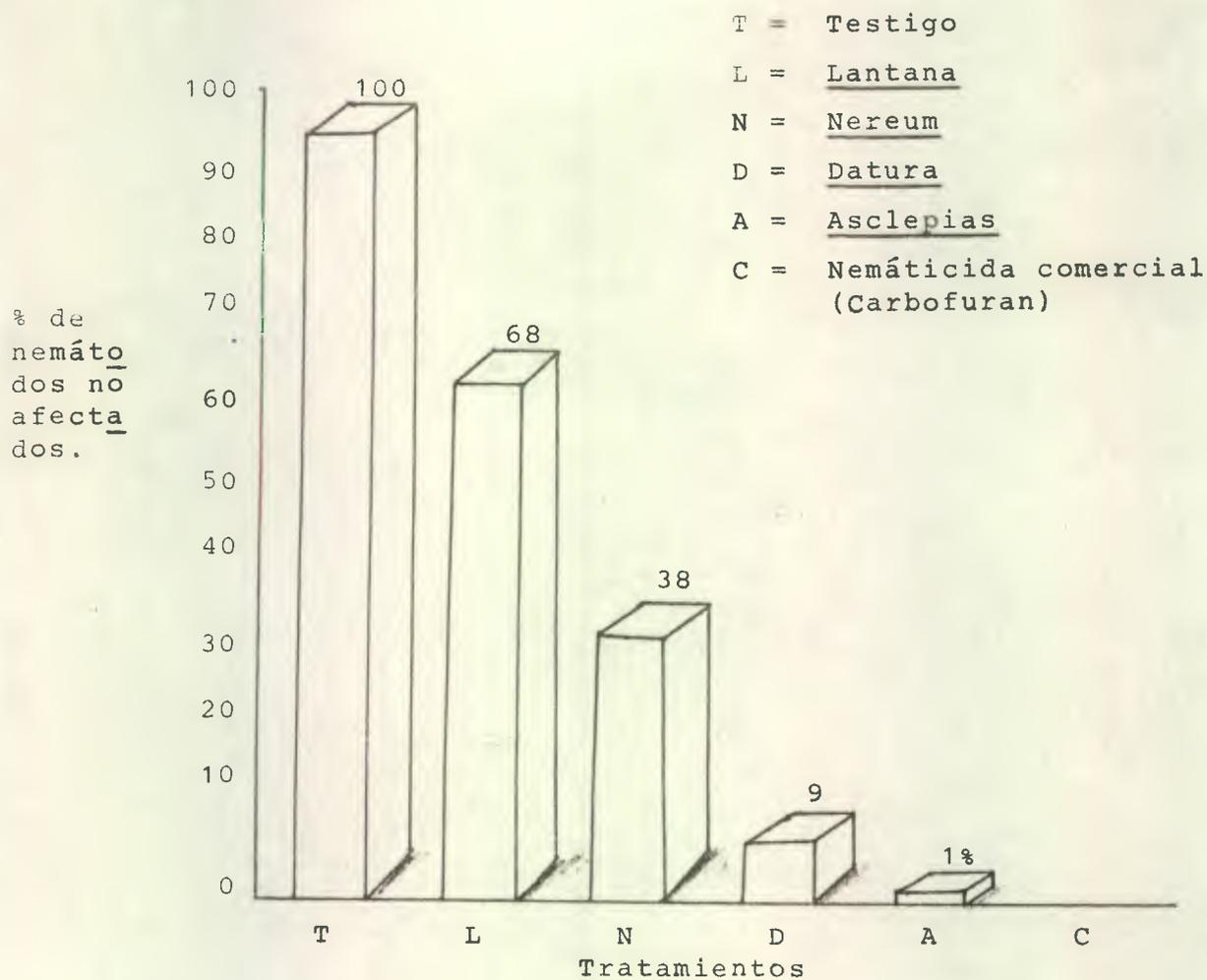
c) Datura stramonium L. Comúnmente conocida como "Vuélvete Loco", presentó diferencia significativa entre tratamientos, siendo tan solo 9% menos efectivo que el nemátocida comercial (ver gráfica No.1).

La parte vegetal que mostró un patrón superior de control, según la prueba Duncan, fue la semilla, por lo que se deduce que según la especie a trabajar, la parte eficiente varía de acuerdo a la misma, aunque se reporta que a nivel general la semilla es la parte donde se encuentran más concentradas las sustancias activas (3). El estado seco, según prueba Duncan, presentó mayor actividad, desplazando al material fresco. Dentro de las concentraciones la 1:2 permaneció por arriba del resto, según lo indica la prueba Duncan.

d) Asclepias curassavica L. Comúnmente conocida como "Mata Caballos", se determinó que presenta diferencia significativa, siendo la especie con mejores propiedades nemátocidas de las evaluadas según el análisis factorial. Al compararla con el nemátocida comercial demuestra que es menos efectivo en un 1%, pero de acción más rápida en el tiempo de control (ver gráfica No.1).

Durante el ensayo de los nemátodos colocados en soluciones de A. curassavica L. casi en su totalidad se murieron. Al efectuar la prueba de comparación de medias Duncan, ésta indicó que para el estado del material, fresco o seco en algunos tratamientos en seco superan al fresco, pero en otras sucede lo contrario, por lo tanto no se establece una clara diferencia entre ellos. Este hecho no concuerda con lo que se indica en la literatura, al decirse que el material seco es más efectivo para análisis de este tipo (3).

La parte del material vegetal que se comportó mejor, según la prueba de medias Duncan, demuestra la misma tendencia



GRAFICA No.1

COMPARACION ENTRE TESTIGO, EXTRACTOS VEGETALES Y NEMATICIDA COMERCIAL, SEGUN PORCENTAJE DE NEMATODOS NO AFECTADOS EN LA PRUEBA, DE CONTROL "in vitro"

que el resto de las especies evaluadas, es decir que la mejor concentración fue la 1:2.

Debido a que al comparar diferentes tratamientos contra el testigo las diferencias en cuanto a control de poblaciones de nemátodos son evidentes, se consideró de mayor utilidad hacer comparaciones entre tratamientos y nemática comercial A. curassavica L. tuvo mejor control de nemátodos del Meloidogyne, que cualquiera de las otras especies vegetales, posiblemente por su tipo de alcaloides. Aunque en la literatura se considera que la mayor concentración de las sustancias tóxicas, se encuentran en la semilla, en la prueba de laboratorio resultó ser mejor la combinación de tallohojas para la mayoría de las especies.

El estado del material, seco o fresco fue variable dependiendo de cada especie y la mejor concentración fue la 1:2, que resultó lógico, dado que en esta se utilizó una mayor cantidad de material vegetal que cualquier otra dosis. Se esperaba que algunas de las otras dosis tuvieran un control similar ó que fueran poco diferentes a la 1:2, lo cual no fue así.

2. Etapa de Invernadero:

A los ocho días después de haber transplantado y hacer la primera aplicación de los extractos vegetales y el nemática comercial, las plántulas se desarrollaron adecuadamente y las lecturas indicaron que existió un mejor desarrollo en los tratamientos con "Mata Caballo", "Narciso" y el nemática comercial. En la segunda lectura efectuada ocho días después de la segunda aplicación, o sea 25 días después del transplante, se volvió a verificar que, cada vez que se hacía la aplicación, las plantas se desarrollaban mejor por un lapso de tiempo (de 5 a 8 días aproximadamente, según observaciones) siempre con los mismos extractos vegetales y con el nemática comercial. Se presentan en la siguiente página los resultados de las lecturas obtenidas luego de levantar el ensayo.

33	Datura /MS/1:2/Sem	400	109	116	200	206
34	Datura /MS/1:4/Sem	600	500	490	377	492
35	Nereum /MF/1:2/H-T	1,300	1,000	1,000	1,500	1,200
36	Nereum /MF/1:4/H-T/	18,000	16,000	14,000	14,500	15,625
37	Nereum /NF/1:2/ R /	4,900	3,000	3,900	3,550	3,838
38	Nereum /MF/1:4/ R /	500	450	450	600	500
39	Nereum /MS/1:2/H-T/	5,000	5,200	5,000	5,100	5,075
40	Nereum /MS/1:4/H-T/	9,500	9,000	8,000	8,100	8,650
41	Nereum /MS/1:2/ R /	16,000	15,100	14,900	15,000	15,250
42	Nereum /MS/1:4/ R /	3,800	5,000	4,800	4,700	4,575
43	Asclepias/MF/1:2/H-T/	26	29	40	21	29
44	Asclepias/MF/1:4/H-T/	1,000	3,600	3,600	3,000	2,800
45	Asclepias/MF/1:2/ R /	47	43	44	45	45
46	Asclepias/MF/1:4/ R /	1,000	100	900	700	576
47	Asclepias/MS/1:2/H-T/	100	60	30	21	53
48	Asclepias/MS/1:4/H-T/	100	100	100	100	100
49	Asclepias/MS/1:2/ R /	40	41	42	48	43
50	Asclepias/MS/1:4/ R /	600	400	600	600	550
51	Testigo	114,500	120,000	109,000	101,000	111,125
	\bar{X}	16,912	17,374	17,122	16,927	

MF = Material Fresco
MS = Material Seco
H-T = Hojas-Tallo

Tratamiento 1-26 (primera aplicación)
Tratamiento 27-51 (segunda aplicación)

Sem. = Semilla
R. = Raíz

LECTURA DEL CONTEO DE LA POBLACION DE NEMATODOS DEL GENERO MELOIDOGYNE. (Número de nemátodos en 100 gramos de suelo y 20 gramos de raíces).

Repetición	R1	R2	R3	R4	\bar{X}	
Tratamiento						
1.	Datura /MF/1:2/H-T	8,500	8,600	8,600	8,500	8,500
2.	Datura /MF/1:4/H-T	29,600	29,500	29,800	30,000	29,725
3.	Datura /NF/1:2/Sem/	16,900	17,000	17,000	17,400	17,075
4.	Datura /MF/1:4/Sem/	10,750	11,000	10,650	10,800	10,800
5.	Datura /MF/1:2/H-T/	26,00	26,300	25,900	26,200	26,000
6.	Datura /MS/1:4/H-T/	10,800	11,000	10,800	10,600	10,800
7.	Datura /MS/1:2/Sem/	13,000	12,400	12,200	12,800	12,600
8.	Datura /MS/1:4/Sem/	7,000	8,900	8,300	8,200	8,100
9.	Nereum /MF/1:2/H-T/	8,900	9,100	9,200	8,800	9,000
10	Nereum /MF/1:4/H-T/	70,800	70,100	71,000	71,300	70,800
11	Nereum /MF/1:2/ R /	100,000	108,000	104,000	104,000	104,000
12	Nereum /MF/1:4/ R /	53,250	56,250	58,200	50,300	54,500
13	Nereum /MS/1:2/H-T/	43,050	47,100	45,100	45,050	45,075
14	Nereum /MS/1:4/H-T/	55,000	56,400	57,000	54,600	55,750
15	Nereum /MS/1:2/ R /	9,000	9,000	9,000	10,350	9,337
16	Nereum /MS/1:4/ R /	23,400	23,800	23,000	23,400	23,400
17	Asclepias/MF/1:2/H-T/	20,000	20,300	19,990	20,260	20,137
18	Asclepias/MF/1:4/H-T/	16,900	17,000	17,0000	17,500	17,800
19	Asclepias/MF/1:2/ R /	28,000	39,400	38,700	38,700	36,200
20	Asclepias/MF/1:4/ R /	19,000	19,000	18,700	18,900	18,900
21	Asclepias/MS/1:2/H-T/	11,000	10,800	10,600	10,800	10,800
22	Ascpelias/MS/1:4/H-T/	12,000	12,000	12,300	12,120	12,105
23	Asclepias/MS/1:2/ R /	17,550	17,000	17,000	18,650	17,550
24	Asclepias/MS/1:4/ R /	7,800	7,800	7,800	7,800	7,800
25	Furadan /1:2/	34	36	32	30	33
26	Furadan /1:4/	44	41	43	47	43
27	Datura /MF/1:2/H-T/	4,000	5,000	4,600	4,400	4,500
28	Datura /MF/1:4/H-T/	7,000	8,000	7,000	6,800	7,200
29	Datura /MF/1:2/Sem/	20	18	20	24	20
30	Datura /MF/1:4/Sem/	1,000	1,000	1,800	1,800	1,400
31	Datura /MS/1:2/H-T/	18,800	18,700	18,900	20,000	19,100
32	Datura /MS/1:4/H-T/	36,000	35,000	32,000	34,000	34,250

Investigación realizada en los laboratorios e invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, Guatemala, 1987.

LECTURA EN ESCALA DIAGRAMATICA SEGUN BRIDGE Y
PAGE PARA EL GENERO DE NEMATODOS MELOIDOGYNE

Repetición	R1	R2	R3	R4	Y
Tratamiento					
1. Datura /MF/1:2/H-T/	4	2	2	4	3
2. Datura /MF/1:4/H-T/	4	5	6	5	5
3. Datura /MF/1:2/Sem/	3	4	5	4	4
4. Datura /MF/1:4/Sem/	3	3	3	3	3
5. Datura /MS/1:2/H-T/	4	4	3	5	4
6. Datura /MS/1:4/H-T/	3	5	4	4	4
7. Datura /MS/1:2/Sem/	4	4	3	5	4
8. Datura /MS/1:4/Sem/	1	0	3	4	2
9. Nereum /MF/1:2/H-T/	4	3	5	4	4
10. Nereum /MF/1:4/H-T/	5	5	6	4	5
11. Nereum /MF/1:2/ R /	6	6	6	6	6
12. Nereum /MF/1:4/ R /	7	8	5	7	7.5
13. Nereum /MS/1:2/H-T/	5	5	5	5	5
14. Nereum /MS/1:4/H-T/	5	5	5	5	5
15. Nereum /MS/1:2/ R /	2	1	2	3	2
16. Nereum /MS/1:4/ R /	4	4	4	4	4
17. Asclepias/MF/1:2/H-T/	4	4	4	4	4
18. Asclepias/MF/1:4/H-T/	3	3	3	3	3
19. Asclepias/MF/1:2/ R /	4	4	6	2	4
20. Asclepias/MF/1:4/ R /	3	3	3	3	3
21. Asclepias/MS/1:2/H-T/	2	4	0	2	2
22. Asclepias/MS/1:4/H-T/	2	2	2	2	2
23. Asclepias/MS/1:2/ R /	3	3	3	3	3
24. Asclepias/MS/1:4/ R /	0	1	2	1	1
25. Furadan /1:2/	2	2	2	2	
26. Furadan /1:4/	1	2	1	0	1
27. Datura /MF/1:2/H-T/	2	0	1	1	1
28. Datura /MF/1:4/H-T/	1	1	1	1	1
29. Datura /MF/1:2/Sem/	1	1	1	1	1
30. Datura /MF/1:4/Sem/	1	1	1	1	1

31. Datura /MS/1:2/H-T/	4	4	4	4	4
32. Datura /MS/1:4/H-T/	4	6	5	5	5
33. Datura MS/1:2/Sem/	1	1	1	1	1
34. Datura /MS/1:4/Sem/	1	1	1	1	1
35. Nereum /MF/1:2/H-T/	0	2	1	1	1
36. Nereum /MF/1:4/H-T/	5	4	3	4	4
37. Nereum /MF/1:2/ R /	1	1	1	1	1
38. Nereum /MF/1:4/ R /	1	0	2	1	1
39. Nereum /MS/1:2/H-T/	2	3	2	1	2
40. Nereum /MS/1:4/H-T/	4	2	4	2	3
41. Nereum /MS/1:2/ R /	4	4	4	4	4
42. Nereum /MS/1:4/ R /	2	2	2	2	2
43. Asclepia /MF/1:2/H-T/	1	3	0	0	1
44. Asclepia /MF/1:4/H-T/	1	1	2	0	1
45. Asclepia /MF/1:2/ R /	1	1	1	1	1
46. Asclepia /MF/1:4/ R /	1	1	1	1	1
47. Asclepia /MS/1:2/H-T/	1	2	1	0	1
48. Asclepia /MS/1:4/H-T/	1	1	1	1	1
49. Asclepia /MS/1:2/ R /	1	2	0	1	1
50. Asclepia /MS/1:4/ R /	1	1	1	1	1
51. Testigo	7	8	7	8	7.5
	<u>X</u>	2.69	2.84	2.76	2.70

MF = Material Fresco

MS = Material Seco

H-T = Hojas-Tallo

Tratamiento 1-26 (Primera aplicación)

Tratamiento 27-51 (Segunda aplicación)

Sem = Semilla

R = Raíz

Investigación realizada en los laboratorios e invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, Guatemala, 1987.

LECTURA PARA PESO SECO EN PLANTAS DE TOMATE AL MOMENTO DE LA FLORACION, EXPRESADO EN GRAMOS

Repetición	R1	R2	R3	R4	X
Tratamiento					
1. Datura /MF/1:2/H-T/	4.6	4.6	4.8	5.0	4.75
2. Datura /MF/1:4/H-T/	4.5	4.4	4.6	4.5	4.5
3. Datura /MF/1:2/Sem/	4.4	4.3	4.7	4.6	4.5
4. Datura /MF/1:4/Sem/	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
5. Datura /MS/1:2/H-T/	4.3	4.2	4.8	4.9	4.55
6. Datura /MS/1:4/H-T/	3.7	3.8	3.9	3.6	3.7
7. Datura /MS/1:2/Sem/	5.4	5.6	5.2	5.4	5.4
8. Datura /MS/1:4/Sem/	4.1	4.8	4.6	4.5	4.5
9. Nereum /MF/1:2/H-T/	4.0	3.8	4.1	4.1	4.0
10. Nereum /MF/1:4/H-T/	4.5	4.6	4.4	4.5	4.5
11. Nereum /MF/1:2/ R /	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
12. Nereum /MF/1:4/ R /	3.6	3.8	3.0	3.2	3.4
13. Nereum /MS/1:2/H-T/	5.2	5.2	5.8	5.4	5.4
14. Nereum /MS/1:4/H-T/	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
15. Nereum /MS/1:2/ R /	5.4	5.4	5.2	5.6	5.4
16. Nereum /MS/1:4/ R /	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
17. Asclepias/MF/1:2/H-T/	4.1	4.0	3.9	4.0	4.0
18. Asclepias/MF/1:4/H-T/	3.8	3.6	3.4	3.9	3.67
19. Asclepias/MF/1:2/ R /	4.0	4.4	4.4	4.0	4.2
20. Asclepias/MF/1:4/ R /	3.9	4.0	3.8	3.9	3.9
21. Asclepias/MF/1:2/H-T/	5.3	5.2	5.1	5.2	5.2
22. Asclepias/MS/1:4/H-T/	4.3	4.7	4.5	4.5	4.5
23. Asclepias/MS/1:2/ R /	7.1	7.2	7.1	7.1	7.13
24. Asclepias/MS/1:4/ R /	7.0	6.9	7.0	6.9	6.95
25. Furadan /1:2/	6.0	6.0	5.9	6.1	6.0
26. Furadan /1.4/	4.1	4.0	4.2	4.1	4.1
27. Datura /MF/1:2/H-T/	7.0	6.8	7.2	7.0	7.0
28. Datura /MF/1:4/H-T/	7.8	7.6	7.8	7.7	7.7
29. Datura /MF/1:2/Sem/	6.3	6.7	6.6	6.4	6.5

30. Datura /MF/1:4/Sem/	5.3	5.3	5.2	5.4	5.3
31. Datura /MS/1:2/H-T/	5.8	5.9	5.8	5.8	5.85
32. Datura /MS/1:4/H-T/	4.3	4.2	4.4	4.4	4.33
33. Datura /MS/1:2/Sem/	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
34. Datura /MS/1:4/Sem/	3.5	3.7	3.6	3.6	3.6
35. Nereum /MF/1:2/H-T/	11.0	13.0	12.0	12.0	12.0
36. Nereum /MF/1:4/H-T/	13.1	13.0	12.8	13.0	12.98
37. Nereum /MF/1:2/R/	12.0	12.0	12.0	12.0	12.00
38. Nereum /MF/1:4/ R /	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
39. Nereum /MS/1:2/H-T/	13.6	13.6	13.5	13.5	13.55
40. Nereum /MS/1:4/H-T/	13.0	13.1	13.0	13.4	13.15
41. Nereum /MS/1:2/ R /	8.0	8.0	7.0	9.0	8.0
42. Nereum /MS/1:4/ R /	8.0	7.0	8.0	9.0	8.0
43. Asclepia /MF/1:2/H-T/	5.0	4.8	5.4	4.8	5.0
44. Asclepia /MF/1:4/H-T/	4.7	4.8	4.8	4.9	4.8
45. Asclepia /MF/1:2/ R /	9.5	9.5	11.0	10.0	10.0
46. Asclepia /MF/1:4/ R /	8.7	8.7	8.5	8.8	8.68
47. Asclepia /MS/1:2/H-T/	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
48. Asclepia /MS/1:4/H-T/	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
49. Asclepia /MS/1:2/ R /	7.1	6.8	7.0	7.1	7.0
50. Asclepia /MS/1:4/ R /	4.6	4.6	4.4	4.4	4.5
51. Testigo	7.6	7.5	7.4	7.4	7.5
	X	6.2	6.3	6.3	6.4

MF = Material Fresco

MS = Material Seco

H-T = Hojas-Tallo

Tratamiento 1-26 (Primera aplicación)

Tratamiento 27-51 (Segunda aplicación)

Sem = Semilla

R = Raíz

Investigación realizada en los laboratorios e invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, Guatemala, 1987.

Según los análisis de varianza practicados del número de nemátodos, daño a la raíz y peso seco se encontró diferencia entre los tratamientos aplicados a las plantas (ver cuadro No.4). Es decir, que las especies tienen diferentes efectos, sucediendo lo mismo con el nematicida comercial y el testigo.

Por ello se realizó una prueba de contrastes ortogonales en cada una de las variables respuesta, para determinar si existía diferencia entre los tratamientos y el testigo; entre el nematicida comercial y los extractos vegetales; los extractos vegetales y testigo; entre una o dos aplicaciones y entre material seco o fresco.

2.1 Número de Nemátodos:

Para la variable número de nemátodos los resultados indicaron diferencia para cada uno de los contrastes probados, por lo que todos los tratamientos son diferentes al testigo de no haber sido así se hubiera demostrado que ni el nematicida comercial ni los extractos vegetales tenían propiedades nematicidas (ver apéndice).

El nematicida comercial superó a los extractos vegetales, ello se debió a razones como: El grado de residualidad del producto químico, la rápida descomposición de los compuestos orgánicos activos de los extractos vegetales y/o a la formulación del nematicida comercial. Si para la obtención de los compuestos orgánicos activos se hubiere utilizado otro solvente que no fuera agua, es posible que los resultados hubieran sido más alagadores, pero el fin práctico de los extractos hubiera sido otro.

Cuando se comparó los extractos vegetales y el testigo, los daños registrados, en este último, fueron considerablemente mayores, siendo un indicador que permite afirmar que los extractos poseen un potencial nematicida y que es necesario investigarlo con mayor profundidad.

CUADRO No.4

ANALISIS DE VARIANZA EFECTUADOS, PARA LAS VARIABLES NUMERO DE NEMATODOS EN ESCALA DIAGRAMATICA Y PESO SECO, AL EVALUAR EL EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES, EN TOMATE EN INVERNADERO.

Análisis de varianza para el número de nemátodos del género Meloidogyne.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada
Tratamiento	50			1046.788 *
Error	153			
Total	203			

Análisis de varianza para escala diagramática de daño en raíz.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F. Calculada
Tratamiento	50	40.289740	0.806	17.928 *
Error	153	6.876709	0.045	
Total	203	47.166450		

Análisis de varianza para peso de la planta.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.
Tratamiento	50	1528.890000	30.578	442.803 *
Error	153	10.565430	0.069	
Total	203	1537.455000		

Se comprobó que en la medida que se hagan más aplicaciones de extractos vegetales los resultados serán mejores.

El material seco fue mejor que el fresco, por un escaso margen, este resultado concuerda con lo que se indica en la literatura sobre el comportamiento de dicho estado del material en pruebas de este tipo (10).

Determinados los contrastes se hizo un análisis factorial completo para establecer que número de aplicaciones, así como sus interacciones, eran las mejores (ver cuadro No.5).

La prueba de Tukey para números de nemátodos, en este análisis describe las diferencias entre los factores, así dos aplicaciones fueron mejor que una, esto anula la posibilidad de que con sólo una aplicación el control hubiera sido el mismo, como sucede con algunos productos químicos (ver gráfica No.2).

La especie más efectiva fue A. curassavica L. seguida de N. Oleander L. Al comparar la especie número uno con los resultados obtenidos en laboratorio, concluimos que ésta posee características que la hacen capaz de controlar las poblaciones de nemátodos del género Meloidogyne (ver gráfica No.3).

El estado seco superó al fresco aunque su diferencia fue limitada, lo cual indica que el material seco conserva la sustancia activa (ver gráfica No.4).

La parte más adecuada fue la semilla, seguido de las raíces.

CUADRO No.5

ANALISIS DE VARIANZA FACTORIAL COMPLETO ENTRE EXTRACTOS
VEGETALES PARA CONTROL DE NEMATODOS DEL GENERO MELOIDO-
GYNE EN TOMATE.

Fuente de Variación	G.L.	F	
PRINCIPALES EFECTOS	7	4941.254	*
Aplicación	1	1826.382	*
Especie	2	3769.750	*
Estado	1	684.614	*
Parte	2	5814.898	*
Dosis	1	36.138	*
INTERACCIONES	19	1613.811	*
Aplicación Especie	2	2976.453	*
Aplicación Estado	1	2447.412	*
Aplicación Parte	2	2024.794	*
Aplicación Dosis	1	45.916	*
Especie Estado	2	672.072	*
Especie Parte	4	2643.405	*
Especie Dosis	2	201.097	*
Estado Parte	2	1444.035	*
Estado Dosis	1	18.024	*
Parte Dosis	2	1565.047	*

Las interacciones del tercero, cuarto y quinto orden, no se describen en el cuadro por la escasa información generada.

Debido a la cantidad de material vegetal usado en las dosis, resultó mejor la de mayor concentración, es decir la 1:2 y luego la dosis 1:4. A partir de éstos resultados se considera que en el guturo habrá que evaluar dosis menos concentradas utilizando menos material vegetal (ver gráfica No.6).

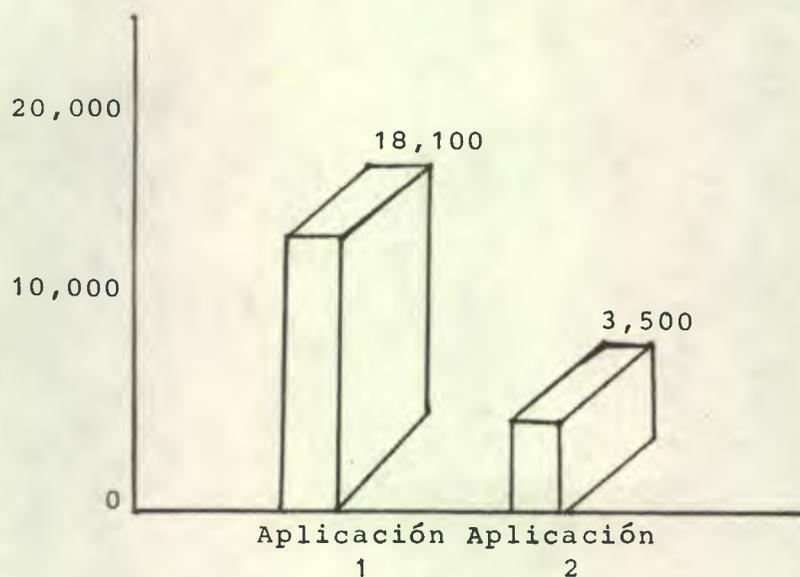
2.2 Peso Seco y Severidad de Daño en Raíces:

Según los contrastes ortogonales practicados para las variables peso seco y severidad de daño en raíces, los resultados fueron muy parecidos a los obtenidos con la variable número de nemátodos (ver cuadro No.6).

La variable peso seco, aunque confirma que las plantas tratadas desarrollaron mejor que los testigos, aunque las que tuvieron nematicidas comercial superaron el desarrollo a las tratadas con extractos vegetales. El estado seco del material mostró ser más adecuado que el fresco, pues en el secado las sustancias activas quedaron más concentradas. Dado a que esta variable aportó resultados similares a los anteriores, no se efectuó análisis factorial, por considerarse poco relevante la información generada.

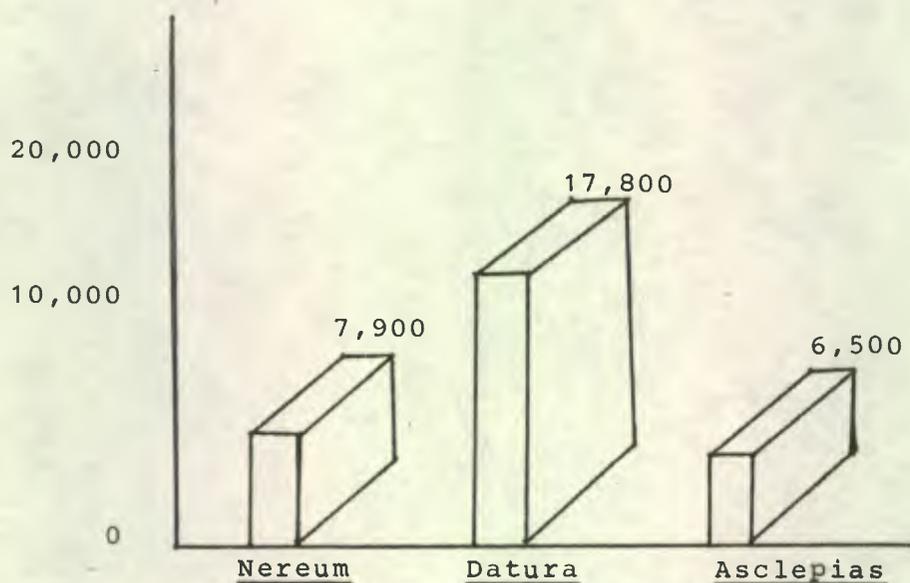
En los contrastes probados para la variable severidad del daño en la raíz, también se observó diferencia interpretándose que los tratamientos son diferentes al testigo, ya que este presenta un mayor número de nódulos radiculares que las plantas tratadas con extractos vegetales y con el nematicida comercial. La menor cantidad de agallas radiculares se observó en las plantas con nematicida comercial.

El análisis factorial de la severidad de daño expresado por la escala diagramática indica que en los factores estado fresco ó seco del material y dosis no existe diferencia, es decir que para el estado los resultados son los mismos al usar material seco o material fresco y en las do



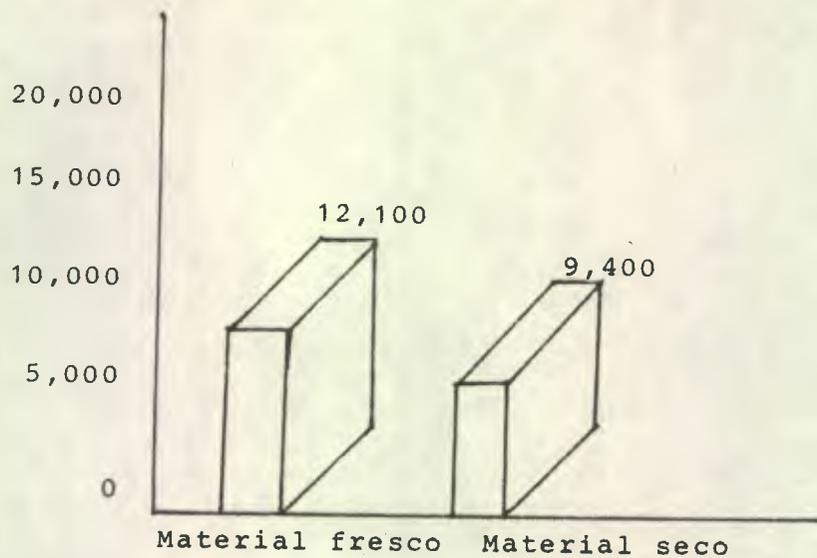
GRAFICA No.2

Promedio del número de nemátodos según número de aplicaciones en la evaluación del efecto nematicida de extractos vegetales en tomate.



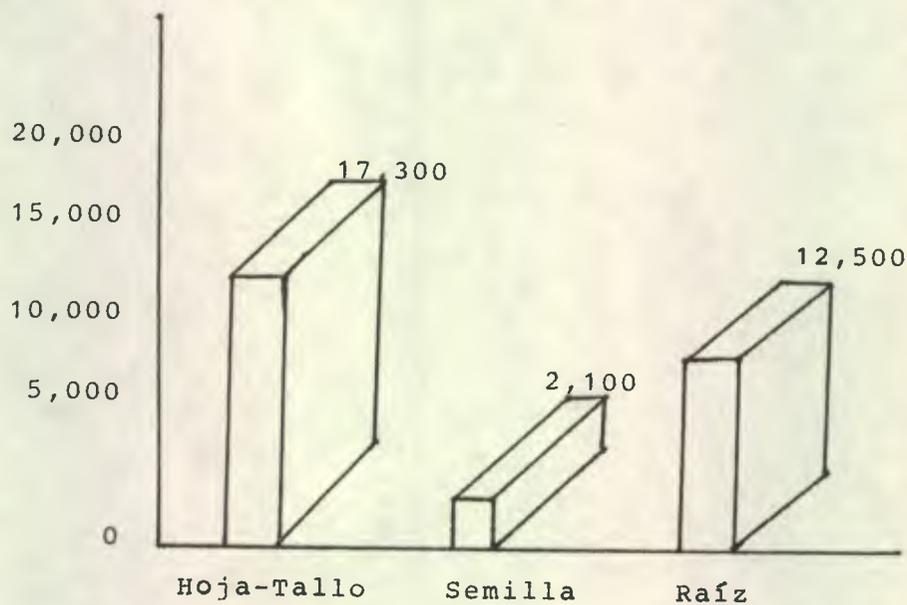
GRAFICA No.3

Promedio del número de nemátodos según la especie vegetal probada en la evaluación del efecto nematicida de extractos vegetales en tomate.



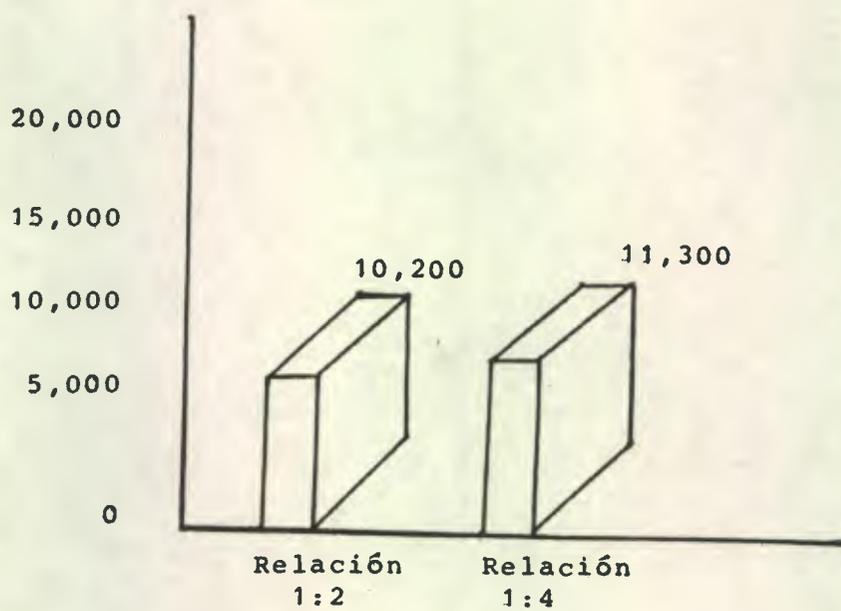
GRAFICA No.4

Promedio del número de nemátodos según el estado fresco o seco de la planta usada en el ensayo, al evaluar el efecto nematicida de extractos vegetales en tomate.



GRAFICA No.5

Promedio del número de nemátodos según la parte de la planta usada en el ensayo, al evaluar el efecto nematicida de extractos vegetales en tomate.



GRAFICA No.6

Promedio del número de nemátodos según la concentración utilizada en la evaluación del efecto nematocida de extractos vegetales en el cultivo de tomate.

CUADRO No.6

CONTRASTES ORTOGONALES PARA LAS VARIABLES CONTEO DE NEMATODOS EN ESCALA DIAGRAMATICA, Y PESO SECO DE TOMATE AL EVALUAR EL EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES EN INVERNADERO.

Análisis de varianza para número de nemátodos del género *Meloidogyne*.

Sub-hipótesis	G.L.	Cuadrados Medios	F.C.	
-Tratamiento contra testigo	1	3.601241E+10	15798.25	*
-Químicos contra vegetales	1	1.949775E+10	855.3451	*
-Vegetales contra testigo	1	3.550596E+10	15576.08	*
-1 Aplicación contra 2 aplicaciones	1	2.193505E+10	9622.669	*
-Material seco contra material fresco	1	1.002663E+10	439.8573	*

Análisis de varianza para escala diagramática transformada

Sub-hipótesis	G.L.	Cuadrados Medios	F.C.	
-Tratamiento contra testigo	1	4.399291	97.76202	*
-Químico contra vegetales	1	0.7195154	15.98923	*
-Vegetales contra testigo	1	4.294666	95.43701	*
-1 aplicación contra 2 aplicaciones	1	8.349986	185.5552	*
-Material seco contra material fresco	1	1.333355E-04	2.96301E-03	N.S.

Análisis de varianza para peso seco de la planta

Sub-hipótesis	G.L.	Cuadrados Medios	F.C.	
-Tratamiento contra testigo	1	5.728295	83.01876	*
-Químico contra vegetales	1	13.41755	194.4573	*
-Vegetales contra testigo	1	5.233804	758.5223	*
-1 aplicación contra 2 aplicaciones	1	498.5207	7224.938	*
-Material seco contra material fresco	1	2.257671	32.71986	NS.

sis da igual usar la concentración 1:2 que la 1:4. En las interacciones número de aplicaciones-especie y número de aplicaciones-dosis, la situación es la misma a lo planteado anteriormente. Se esperaba una diferencia entre los factores igual a la que se obtuvo en el análisis de la variable número de nemátodos. Este resultado puede deberse a la forma de analizar la variable, la cual no fue la más adecuada, debido a la limitada información generada en este campo (ver cuadro No.7).

Al aplicar a esta variable la prueba de medias de Tukey se determina diferencia entre los factores de tal manera que con dos aplicaciones se observan mejores resultados que con solo una. Obviamente porque la concentración de los compuestos tóxicos es mayor en el sustrato (ver gráfica No.7).

En el factor especie de aprecio que al aplicar A. curassavica L. se vieron los menores índices de severidad, lo que supone que ya sean los alcaloides u otras sustancias de esta especie, poseen efecto nematocida sobre Meloidogyne spp. La segunda especie más efectiva en el control de nemátodos fue N. Oleander (ver gráfica No.8).

Los resultados obtenidos para el factor estado del material fueron los mismos que se obtuvieron en la evaluación del laboratorio, pese a que en la literatura (10) se reporta de mayor utilidad el material seco, en el presente estudio fue indiferente el uso de cualquiera de éstos (ver gráfica No.9).

En el factor parte del vegetal, los resultados son similares para las variables número de nemátodos e índice de severidad (ver gráfica 5 y 10).

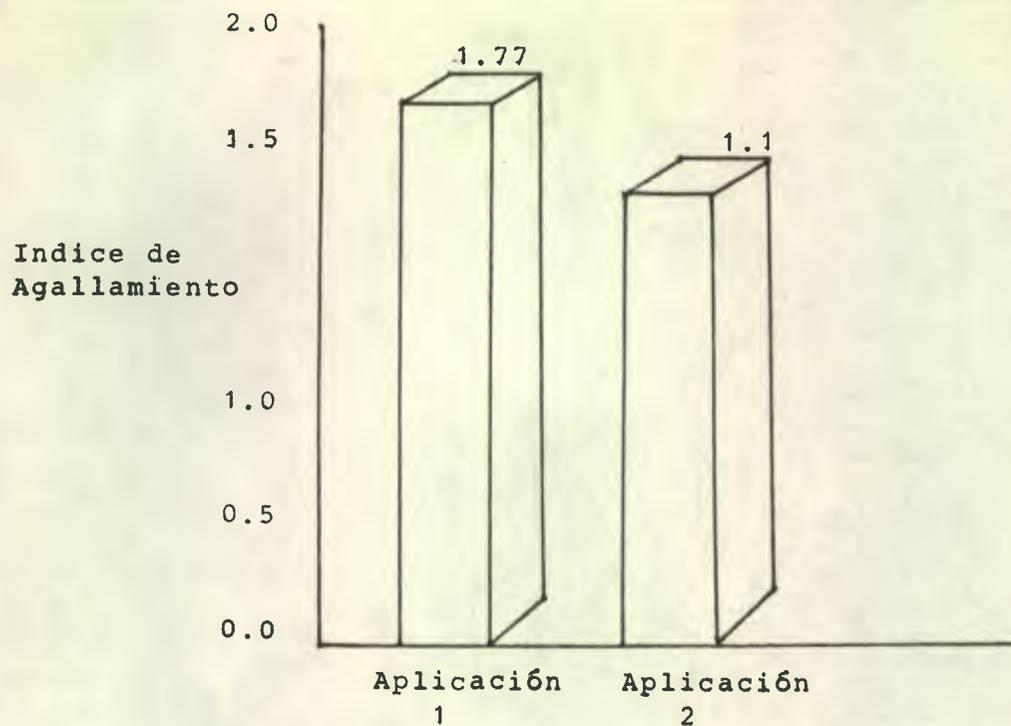
Para la dosis da igual usar la primera que la segunda, esto indica que para A. curassavica L. sería mejor usar la segunda concentración porque representa el uso de menos material vegetal (ver gráfica No.11).

CUADRO No.7

ANALISIS DE VARIANZA FACTORIAL COMPLETO ENTRE VEGETALES PARA ESCALA DIAGRAMATICA (Indice de agallamiento en raíces de tomate) AL EVALUAR EL EFECTO NEMATICIDA DE EXTRACTOS VEGETALES EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

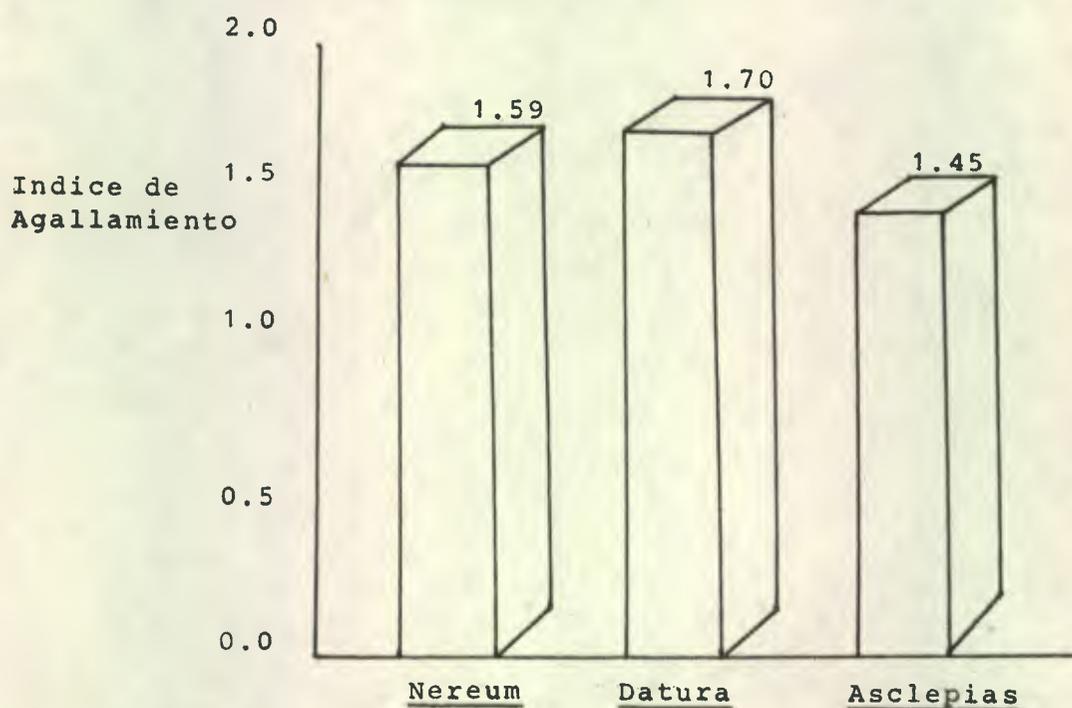
Fuente de Variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	
PRINCIPALES EFECTOS	7	34.855	4.979	160.542	*
Aplicación	1	9.220	9.220	297.254	*
Especie	2	3.460	1.730	55.786	*
Estado	1	0.000	0.000	0.009	NS.
Parte	2	22.477	11.238	362.346	*
Dosis	1	0.015	0.015	0.498	NS.
INTERACCIONES	19	34.741	1.828	58.953	*
Aplicación Especie	2	0.091	0.046	1.472	NS.
Aplicación Estado	1	2.224	2.224	71.709	*
Aplicación Parte	2	0.907	0.454	14.625	*
Aplicación Dosis	1	0.105	0.105	3.388	NS.
Especie Estado	2	0.957	0.478	15.423	*
Especie Parte	4	28.690	7.172	231.251	*
Especie Dosis	2	0.558	0.279	8.996	*
Estado Parte	2	0.619	0.310	9.982	*
Estado Dosis	1	0.185	0.185	5.950	*
Parte Dosis	2	0.845	0.423	13.630	*

Las interacciones del tercero, cuarto y quinto orden, no se describen en el cuadro pues no permiten llegar a conclusiones concretas.



GRAFICA No.7

Indice de agallamiento según escala diagramática transformada para una o dos aplicaciones de extractos vegetales para control de nemátodos en tomate.



GRAFICA No.8

Indice de agallamiento según escala diagramática de severidad transformada para especies vegetales probadas, para el control de nemátodos en tomate.

Como un resumen general de la fase de invernadero se puede decir que: En el testigo se incrementó la población de nemátodos, en contraposición con las poblaciones en las plantas que fueron tratadas con extractos vegetales y el nematicida comercial, superando esto último al resto de tratamientos.

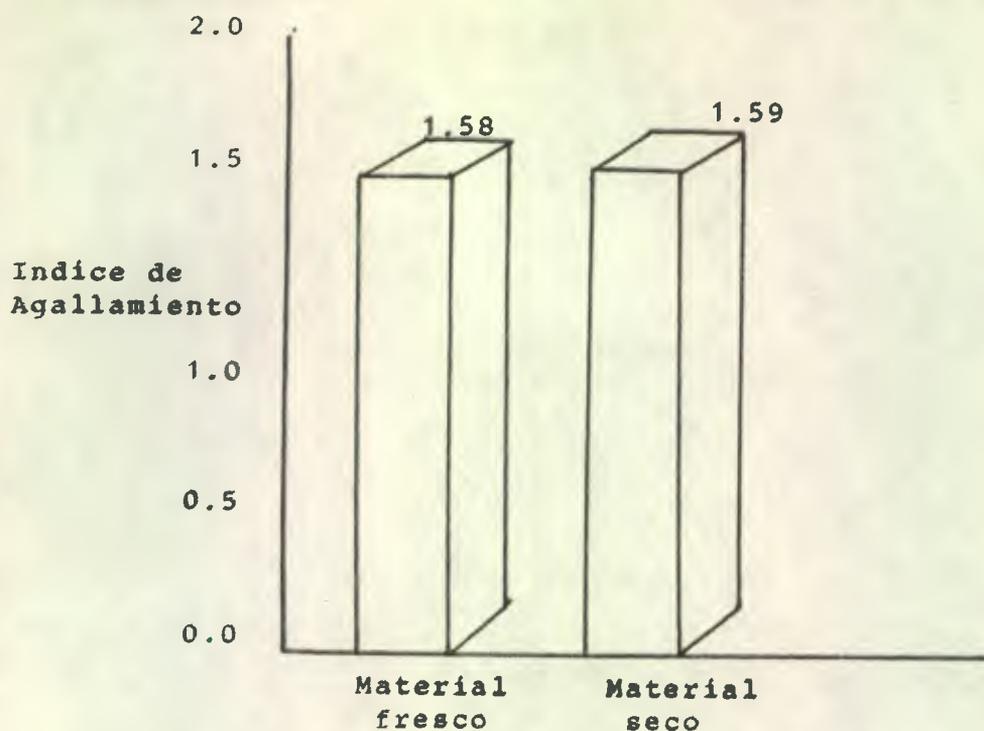
La especie más eficiente resultó ser A. curassavica L. seguida de N. oleander L. Resultó mejor hacer dos aplicaciones que solo una.

El estado del material diverge en las dos variables más importantes, la variable severidad de daño indica que es indiferente el uso de material seco o fresco, pero para la variable número de nemátodos, el material seco superó al fresco. Dado el grado de exactitud que tiene la variable número de nemátodos, se estimó que para este factor el tratamiento más efectivo fue el seco.

La semilla fue la parte del vegetal que superó a las demás, luego fue la raíz. En cuanto a dosis, la de mayor concentración predominó durante toda la prueba.

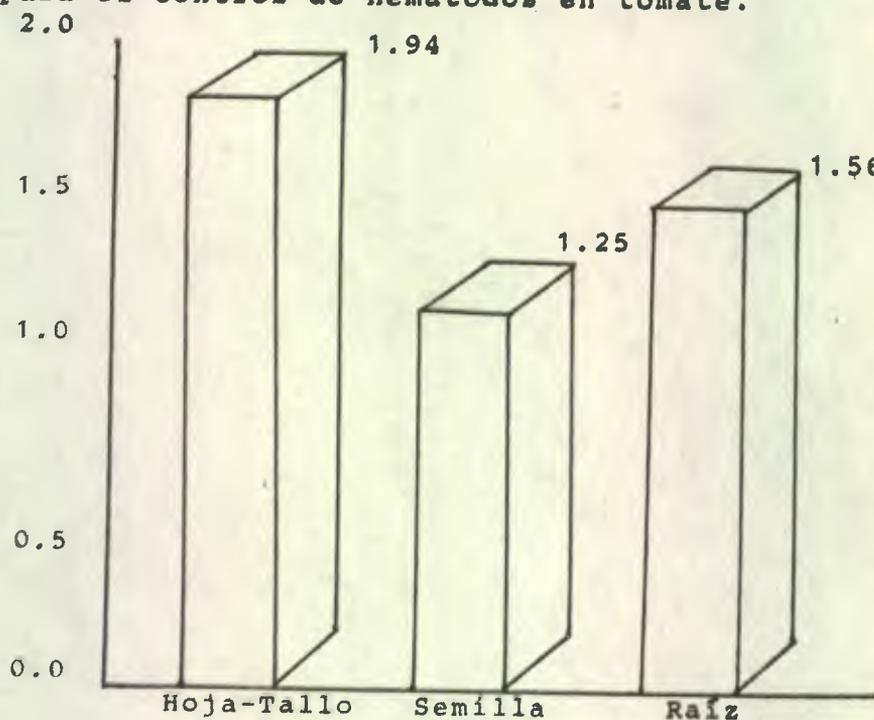
Los resultados en las fases de laboratorio e invernadero pueden resumirse así: En la prueba de laboratorio el testigo permaneció con una población igual a la inicial, lo que no sucedió con la prueba de invernadero en donde la población se incrementó aproximadamente en un 70%. Esto trajo como consecuencia la muerte de algunas plantas y presencia de los síntomas característicos en otras. Tanto en laboratorio como en invernadero las poblaciones redujeron su número como consecuencia de la aplicación de diferentes tratamientos de extractos vegetales, pero más aún con los tratamientos del nematicida comercial.

De las especies vegetales, la mejor fue A. curassavica L. para ambas pruebas. Aunque en laboratorio la segunda especie fue D. stramonium L. en invernadero N. oleander L. se consideró de más importancia esta última, porque se some



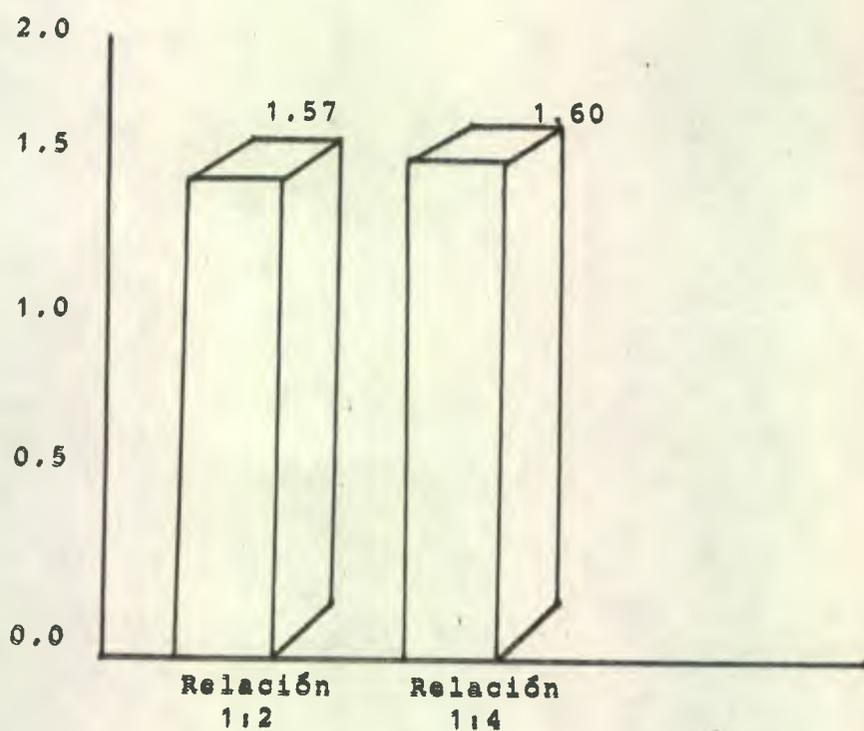
GRAFICA No.9

Indice de agallamiento según escala diagramática de severidad transformada para el estado fresco y seco del material vegetal evaluado para el control de nemátodos en tomate.



GRAFICA No.10

Indice de agallamiento, según escala diagramática transformada para la parte de la planta usada al evaluar extractos vegetales para el control de nemátodos en tomate.



GRAFICA No.11
Índice de agallamiento según escala diagramática transformada, según la concentración utilizada, al evaluar el control de nemátodos en el cultivo de tomate.

tió a mayor presión al probarse directamente en plantas de tomate infestadas de nemátodos, y además tener una interacción con el suelo (ver gráfica 1 y 8).

Para ambas pruebas se dedujo que para el estado de material vegetal da los mismo usar seco que fresco. Pese a que en una de las variables de invernadero el material seco fue superior, las diferencias en general no son contundentes para validar dicha situación.

Los resultados en la evaluación de la mejor parte fueron complejos dado a que, en el laboratorio, la parte más eficaz fue tallo-hojas, pero en invernadero fue la semilla. Posiblemente se deba a que en el laboratorio los nemátodos permanecían en los extractos vegetales, algo que no sucedió con la prueba de invernadero, porque los extractos se vertían al suelo donde estaban los nemátodos. Por otro lado el cambio de efectividad de las partes podría deberse también al lento desprendimiento y posiblemente mayor concentración de las sustancias activas en la semilla.

En cuanto a dosis, la de mayor concentración (1:2) demostró estar por arriba de la que sigue (1:4), tanto en la prueba de laboratorio como en la de invernadero.

El factor número de aplicaciones se evaluó únicamente en invernadero siendo dos aplicaciones mejor que una.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

VII. CONCLUSIONES:

1. La especie "Cinco Negritos" (*Lantana camara* L.), mostró escaso control de nemátodos, bajo condiciones de laboratorio, por lo que se eliminó para uso el ensayo de invernadero.
2. Al relacionar los resultados de invernadero y campo se aprecia que el nematicida comercial usado como comparador, superó a los extractos vegetales, aunque algunas especies resultaron ser más efectivas en pruebas de laboratorio.
3. Tanto en laboratorio como en invernadero, la especie con mayores efectos nematicidas fue "Mata Caballos (*Asclepias curassavica* L.) que fue superada solo en un 1% por el nematicida comercial Carbofuran al evaluarse para número de nemátodos muertos.
4. El estado del material fresco o seco, presenta efectos similares sobre Meloidogyne en todas las especies probadas.
5. En laboratorio al usar tallo más hojas, se obtuvo un mayor efecto nematicida, que cuando se usó cualquier otra parte del vegetal; pero en invernadero la semilla fue la mejor. Se concluye que la semilla es la parte del vegetal que supera el resto en el control de nemátodos.
6. Tanto en laboratorio como en invernadero, la concentración 1:2 controló más que las otras dos (1:4 y 1:6) que participaron en la prueba de dosificación.

7. Dos aplicaciones de los extractos vegetales resultaron mejor que una sola aplicación en la evaluación de invernadero.

VIII. RECOMENDACIONES:

1. Seguir investigando sobre estas y otras especies nativas del país, así como nuevas técnicas de obtención de los extractos vegetales, dado el potencial que representa para Guatemala, el uso de sustancias naturales con capacidad de controlar plagas y enfermedades, que no alteren drásticamente el equilibrio ecológico y que represente para el agricultor mayores ingresos y menor dependencia de insumos importados.
2. La concentración es necesario disminuirla y evaluar concentraciones con una mayor cantidad de solvente, con el fin de someterlos a mayor presión de dilución y determinar su eficiencia en el momento de usarse en el campo, ya que las concentraciones usadas requirieron demasiado material vegetal.
3. Deberá usarse, para próximos trabajos, semillas con secado previo, cuando se trabaje en la evaluación de nemátodos.
4. Profundizar en el estudio de los nemátodos "afectados", que pueden presentar un efecto nematostático al aplicarles los extractos vegetales.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR GIRON, J.I. 1986. Aspectos de la flora útil de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. 104 p.
2. BAKER, R.; COOK, H. 1982. Biological control of plants. St. Paul, Minn., EE.UU., Pathological Society. p. 82-120.
3. CACERES, A.; DAVID, S. 1980. Estudios sobre medicina popular en Guatemala. Guatemala, Centro de Estudios Mesoamericanos. p.22.
4. CASTILLO PERDOMO, F. 1983. Identificación y control químico de nemátodos fitoparasíticos, asociados al cultivo de melón (Cucumis melo L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 17-19.
5. CHRISTIE, J.R. 1976. Nemátodos de los vegetales; su ecología y control. México, Limusa. p. 215-225.
6. DOMINGUEZ, S. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. México, Limusa. p. 215-225.
7. DUARTE, M. 1964. Control de nemátodos en el tomate. Tesis Lic. Químico Biólogo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 9-24.
8. ESTRADA ALDANA, O. 1977. Evaluación de siete nematicidas en el control de nodulares de raíces (Meloidogyne spp.), en el cultivo de tomate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 8
9. FAO (Italia). 1980. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Roma. p. 62-64.
10. GARCIA HERNANDEZ, B. 1974. Flora medicinal de Colombia. Bogotá, Col., Imprenta Nacional. v.3, 600 p.
11. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1986. Anuario de comercio exterior de Guatemala. Guatemala. 145 p.
12. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. s.f. Tarjetas de control de estaciones meteorológicas del departamento de Guatemala, de 1986. s.n.t.

13. GUZMAN, J.D. 1976. Especies útiles de la flora salvadoreña. San Salvador, El Salvador, Ministerio de Educación. v.1, p. 68-75.
14. HOLDRIDGE, L.R. 1950. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura. Esc. 1:600,000. 109 p.
15. HUEBNER, R.A.; RODRIGUEZ KABANA, R.; PATTERSON, R. 1983. Hemicellulosic waste and ureas for control of plant parasitic nematodes: effect on soil enzyme activities. Nematológica (EE.UU.) 13(1):40-48.
16. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (EE.UU.). 1978. Control de nemátodos parásitos de plantas. México, Limusa. v.4, p. 37-89.
17. OLIVA CATALAN, A. 1983. La comercialización del tomate (*Lycopersicon esculentum*), en tres municipios del nor-oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 126 p.
18. RIVES FERNANDEZ, S. 1957. Herbario naturalista. Madrid, España, Possat. p. 17.
19. ROBERT, E. 1984. Poisonous plants. Estados Unidos, Terra Publishing. p. 15-21.
20. STANDLEY, P.C.; STERYERMARK, J.A. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v.24, pt. 5, p.69-72.
21. VILLATORO, E. 1984. Entomedicina en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p.1-19.

Vo. Bo.
Pattualle



X. APENDICE

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE NEMATODOS:

1. Disección:

Es un método usado para la observación de nemátodos dentro del tejido vegetal. En pedazos pequeños, se hacen observaciones directas bajo el estereoscopio, separando el tejido con una aguja de disección, hasta localizar los nemátodos. Para su observación el tejido se tiñe con lactofenol y fucina ácida al 1% en relación 20:1, observándose de 2-4 horas después. Esta técnica se usó para hembras del género Meloidogyne pero también puede ser utilizada en nemátodos endoparasíticos generalmente no filiformes.

2. Embudos de Baermann:

Es el método que más se usa para la separación mediante el movimiento ondulatorio de los nemátodos. Inicialmente se pesa de 20 a 50 gms. de material vegetal ó suelo, luego se coloca sobre una hoja de papel higiénico ó absorbente y todo esto se pone sobre una canasta hecha de cedazo metálico o plástico. La punta del embudo se extiende, conectándola sobre un tubo de caucho o de plástico, al cual se le inserta un regulador de flujo. Luego se llena el embudo con agua hasta cierto nivel, para que se ponga en contacto con la muestra sobre la canasta. Los nemátodos atraviesan el papel y la canasta y caen en el agua contenida en el embudo, asentándose en el fondo, por gravedad, de donde se recogen, pasadas 24 horas, para identificación o conteo.

3. Licuada-Tamizado (Maceración preliminar):

Este método es usado únicamente para tejido vegetal, permite fraccionar fácilmente el tejido, contribuyente a la salida y recuperación rápida de nemátodos.

3.1 El material vegetal deberá seleccionarse y seccionarse en pedazos pequeños, lavándolo cuidadosamente. Se coloca en el vaso de la licuadora a más o menos $3/4$ partes de su capacidad, se añade agua en proporción igual al volumen o la mitad del tejido vegetal.

3.2 Se licúa la mezcla, a velocidad lenta durante un minuto y se deja reposar por medio minuto y de nuevo se licúa a velocidad alta por 20-50 segundos, si el material es muy duro debe repetirse el proceso. Se vacía el licuado en los tamices No.20, No.480 y No.4325 ó No.500, colocándose uno sobre otro. Se agrega agua a presión sobre el tamiz No.20. Se descarta lo retenido en el tamiz No.20 y se concentra en un vaso de precipitar lo retenido en el tamiz No.4325,

3.3 Se prepara el proceso de embudos Baerman, pero coloque previamente pinzas al tubo de hule.

3.4 Se espera de 24-48 horas, recolectándose 10 cc, de agua que está en el fondo, para lo cual se abren las pinzas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Fecha
Mayo 26 de mayo de 1988

FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1848
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



Anibal B. Martinez M.

ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE G
BIBLIOTECA CENTRAL