

---

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

---

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DEL CONTROL DE NEMATODOS QUE ATACAN  
LA RAIZ DEL CHILE DULCE *Capsicum annum* L. MEDIANTE LA  
APLICACION DE JAMAICA Y CEMPAZUCHIL EN EL  
ESTADO DE YUCATAN.

## TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

ERNESTO CERVANTES BRISEÑO

GUADALAJARA, JALISCO, AGOSTO 1992.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Facultad de Agronomía.

EVALUACION DEL CONTROL DE NEMATODOS QUE ATACAN LA RAIZ  
DEL CHILE DULCE Capsicum annuum L. MEDIANTE LA  
APLICACION DE JAMAICA Y CEMPAZUCHIL EN EL ESTADO DE  
YUCATAN.

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTA

ERNESTO CERVANTES BRISERO.

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO.

July 20, 1992



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD

Expediente .....

Número 0363/92

22 de Mayo de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
ERNESTO CERVANTES BRISEÑO

titulada:

" EFECTO DE LA JAMAICA Y CEMPAZUCHIL EN EL CONTROL DE NEMATODOS  
QUE ATACAN LA RAIZ DE CHILE DULCE (*Capsicum Annum*), EN EL EDO.-  
DE YUCATAN."

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. PABLO TORRES MORAN

ASESOR

ASESOR

  
ING. FLORENCIO RESENDIZ HURTADO  
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

srd

ajp

Al contestar este oficio cítese fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Sección ESCOLARIDAD...

Expediente .....

Número 0363/92.....

22 de Mayo de 1992

**C. PROFESORES:**

ING. PABLO TORRES MORAN, DIRECTOR  
ING. FLORENCIO RESENDIZ HURTADO, ASESOR  
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EFECTO DE LA JAMAICA Y CEMPAZUCHIL EN EL CONTROL DE NEMATODOS QUE ATACAN LA RAIZ DE CHILE DULCE (Capsicum Annum) -- EN EL EDO. DE YUCATAN."

presentado por el (los) PASANTE (ES) ERNESTO CERVANTES BRISENO

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

srd'

nyr

Al contestar este oficio cítese fecha y número

# BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA

## AGRADECIMIENTOS

DE MANERA MUY ESPECIAL AGRADESCO AL INSTITUTO  
POR EL APOYO QUE DIERON A LOS PROFESORES  
POR SUS IDEAS QUE APORTARON PARA LA PREPARA-  
CION DE ESTE TRABAJO AL INGENIERO PABLO  
TORRES MORAN POR SU ORIENTACION Y SUGERENCIAS  
PARA LA TERMINACION DE ESTA TESIS PROFESIONAL.

## CONTENIDO.

1 .-	RESUMEN.	1
2 .-	INTRODUCCION.	4
3 .-	OBJETIVOS.	5
4 .-	HIPOTESIS.	6
5 .-	REVISION DE LITERATURA.	7
5.1 .-	INFORMACION GENERAL SOBRE CHILE.	7
5.2 .-	LOS NEMATODOS.	8
5.2.1 .-	GENERALIDADES.	8
5.2.2 .-	IMPORTANCIA.	9
5.2.3 .-	CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS.	10
5.2.3.1 .-	MORFOLOGÍA.	10
5.2.3.2 .-	TAXONOMÍA.	11
5.2.3.3 .-	BIOLOGÍA.	11
5.2.3.4 .-	REPRODUCCION.	13
5.2.3.5 .-	SINTOMAS DEL DAÑO.	13
5.3 .-	PLANTAS CON CARACTERÍSTICAS NEMATÓCIDAS.	14
5.4 .-	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONOMÍA DE LAS PLANTAS NEMATÓCIDAS.	17
5.4.1 .-	TAXONOMÍA DE LA JAMAICA.	17
5.4.2 .-	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA JAMAICA.	18
5.4.3 .-	VARIETADES.	18
5.4.4 .-	TAXONOMÍA DEL CEMPAZUCHIL.	19
5.4.5 .-	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.	19
5.4.6 .-	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMPAZUCHIL.	19
6 .-	METODOLOGÍA.	21
6.1 .-	LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.	21
6.2 .-	CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA.	21
6.3 .-	DISEÑO EXPERIMENTAL.	21
6.4 .-	ÁREA Y PARCELA EXPERIMENTAL.	22
6.5 .-	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.	25
6.6 .-	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.	25
6.7 .-	PROCESO DE CULTIVO.	26
6.7.1 .-	PREPARACIÓN DEL SEMILLERO Y PROTECCIÓN DEL MISMO.	26
6.7.2 .-	PREPARACIÓN DEL SUELO.	28
6.7.3 .-	RIEGO.	28
6.7.4 .-	FERTILIZACIÓN.	28
6.7.5 .-	CONTROL DE MALEZAS.	28
6.7.6 .-	CONTROL FITOSANITARIO.	28
6.8 .-	VARIABLES BAJO ESTUDIO.	29
6.9 .-	MATERIALES UTILIZADOS.	30
6.10 .-	COSECHA.	30
7 .-	RESULTADOS.	31
7.1 .-	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS RENDIMIENTOS.	31

7.2 .-	INFESTACION DE NEMATODOS EN LOS TRATAMIENTOS. ...	32
7.3 .-	RELACION ENTRE EL PESO DE BIOMASA TOTAL Y RENDIMIENTO. ....	33
7.4 .-	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS. ....	34
8 .-	DISCUSION. ....	41
9 .-	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS. ....	43
10 .-	BIBLIOGRAFIA. ....	44

## INDICE DE FIGURAS.

Modelo matemático considerado. ....	21
Localización del Experimento. ....	23
Orientación y Distribución de los Tratamientos. ....	24
Tamizado de los materiales. ....	27
Desinfección del semillero. ....	27
Protección del semillero. ....	27
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 1. ....	35
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 1. ....	35
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 2. ....	35
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO TRAT. 2. ....	35
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 3. ....	36
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 3. ....	36
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 4. ....	36
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 4. ....	36
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 5. ....	37
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 5. ....	37
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 6. ....	37
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 6. ....	37
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 7. ....	38
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 7. ....	38
Relación entre PBT y Rendimiento Trat 8. ....	38
RELACION BIOMASA/RENDIMIENTO. TRAT. 8. ....	38
Alturas de planta en los tratamientos. ....	40
ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO. CRECIMIENTO. ....	40

## INDICE DE CUADROS

Descripción de los tratamientos. ....	25
Rendimiento del chile dulce en ton/ha. ....	31
Análisis de Varianza para rendimiento del chile. ....	31
Prueba de Duncan para rendimientos de chile. ....	32
Evaluación del Ataque de Nemátodos. ....	33
Velocidad de Crecimiento de Altura y Diámetro del Tallo. .....	39

## 1.- RESUMEN.

Uno de los problemas que más limitan la producción de hortalizas en la Península de Yucatán es el de las plagas. Entre las plagas más importantes, tenemos a los nemátodos, que están presentes en todo tipo de suelos y pueden atacar a cualquier cultivo hortícola.

En Yucatán, el problema de los nemátodos del suelo, principalmente del género Meloidogyne, es tan serio que si el productor no aplica nematicida durante la siembra o trasplante, casi seguramente se presentará la plaga; los daños ocasionados por la misma, van desde pérdida parcial hasta total del cultivo.

De las 4,660 ha. sembradas con hortalizas en el Edo. de Yucatán durante 1989, se calcula que por lo menos el 50% fueron tratadas con nematicidas químicos. Considerando las dosis por ha. de nematicidas, ésto equivale aproximadamente a 114 ton. de químicos, por un valor de \$1.140 millones de pesos M. N.

Aparte del costo de los nematicidas, deben considerarse problemas ambientales como la contaminación del suelo y los mantos acuíferos, debido a la permeabilidad y poco grosor de los suelos en la región.

Para reducir el uso de nematicidas químicos y evaluar alternativas de control, en el presente trabajo se probaron las hojas de jamaica Hibiscus sabdarifa y la raíz de cempazúchil Tagetes erecta, plantas que tienen propiedades como nematicidas naturales. Los tratamientos por poceta consistieron en 5 y 10 grs. de jamaica fresca; 3 y 6 grs. de jamaica deshidratada; 2 y 4 grs. de cempazúchil deshidratado; 4 grs. de Fenamifós y un testigo sin aplicación. El cultivo para desarrollar el estudio fue el chile dulce Capsicum annum L.

Se desarrolló el experimento mediante un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Se aplicó un tratamiento de fertilización 50-100-100, además de 10 ton de cerdaza/ha. La 1. parcela experimental total tenía una superficie de 4 m<sup>2</sup>, en tanto que la parcela útil tenía 3 m<sup>2</sup>. El área experimental fue de 320 m<sup>2</sup>.

La densidad de población fue de 20.000 plantas/ha. y el riego se suministró por espagueti durante una hora diaria.

El resultado del análisis de varianza indica que hubo diferencia significativa al nivel del 5% entre los tratamientos probados, lo cual indica que unos tratamientos fueron mejores que otros. Para encontrar el mejor tratamiento se realiza la prueba de Duncan, que indica que todos los tratamientos probados, a excepción del testigo sin aplicación, fueron estadísticamente iguales; eso significa que hubo control de nemátodos con hojas de jamaica y raíz de cempazúchil, y esto fue igual de eficiente al control químico, reflejándose en el rendimiento obtenido.

De todos los tratamientos probados, el correspondiente a 6 grs./poceta de jamaica deshidratada, fue el que originó el mayor rendimiento de chile (11.8 ton/ha), el cual fue similar al de 4 grs./poceta de namacur, cuyo rendimiento fue de 11.4 ton/ha de fruto; ambos coinciden con el rendimiento obtenido por el tratamiento 2 grs. cempazúchil deshidratado (11.2 ton/ha). El rendimiento del testigo sin aplicación fue de 4.6 ton/ha, el más bajo.

En todos los tratamientos hubo presencia de nemátodos, pero en los que se aplicó jamaica, cempazúchil y Fenamifós, la cantidad de nodulaciones fue menor que en el testigo sin aplicación; el daño causado por el nemátodo no fue notorio en el follaje de las plantas tratadas, ya que los nódulos encontrados

fueron de reciente formación; en contraste, en el testigo sin aplicación, el daño al follaje comenzó a manifestarse desde que la planta comenzó la floración.

## 2.- INTRODUCCION.

Uno de los problemas que mas limitan la producción de hortalizas en la Península de Yucatán es el de las plagas, siendo los nemátodos una de las más importantes, ya que estos microorganismos están presentes en todos los tipos de suelos y pueden atacar a cualquier cultivo agrícola.

En Yucatán, el problema de nemátodos del suelo, principalmente del género Meloidogyne en hortalizas, es tan serio que de no aplicarse nematicidas durante la siembra o trasplante es casi seguro que se presentará la plaga, ocasionando daños desde pérdida parcial o total del cultivo.

De las 4,660 ha. sembradas con hortalizas en el Edo. de Yucatán durante 1989, se calcula que por lo menos el 50% (equivalente a 2,330 ha) fueron tratadas con nematicidas químicos. Considerando las dosis por planta en 4 grs. y las poblaciones de planta/ha, ésto equivale aproximadamente a 114 ton. de nematicidas. Con un precio de \$10,000/kg de nematicida, se hicieron aplicaciones por un valor de \$1,140 millones de pesos M. N.

Sin embargo, el precio del control químico de nemátodos no es solo económico, sino que también hay contaminación del suelo y los mantos freáticos debido a los suelos delgados y permeables de Yucatán.

En este trabajo se evaluaron opciones de control bioquímico de nemátodos en chile dulce Capsicum annum L., mediante hojas de jamaica Hibiscus sabdarifa y de cempazúchil Taquetes erecta. Además del control de nemátodos, el horticultor puede utilizar otras partes de la planta para obtener beneficios económicos, como el cáliz de la jamaica y las flores del cempazúchil.

### 3 .- OBJETIVOS.

A.- Evaluar los efectos nematicidas de las plantas de jamaica y cempazúchil en el cultivo del chile.

B.- Determinar, en su caso, la dosis adecuada de cada producto para inhibir el desarrollo de los nemátodos.

#### 4 . - HIPOTESIS.

Con la utilización de las hojas de jamaica y cempazúchil se puede reducir la infestación de nemátodos y la formación de nódulos en la raíz del chile dulce.

Estadísticamente, se probaron las siguientes hipótesis:

##### RENDIMIENTOS.

$$\mu_{\text{testigo}} = \mu_{\text{jamaica}} = \mu_{\text{cempazuchil}} = \mu_{\text{fenamifos}}$$

##### INFESTACION DE NEMATODOS EN LOS TRATAMIENTOS:

$$\mu_{\text{testigo}} = \mu_{\text{jamaica}} = \mu_{\text{cempazuchil}} = \mu_{\text{fenamifos}}$$

##### RELACION ENTRE BIOMASA TOTAL Y RENDIMIENTO.

$$\mu_{\text{testigo}} = \mu_{\text{jamaica}} = \mu_{\text{cempazuchil}} = \mu_{\text{fenamifos}}$$

##### VELOCIDAD DE CRECIMIENTO.

$$\mu_{\text{testigo}} = \mu_{\text{jamaica}} = \mu_{\text{cempazuchil}} = \mu_{\text{fenamifos}}$$

## 5 .- REVISION DE LITERATURA.

### 5.1 .- INFORMACION GENERAL SOBRE CHILE.

Antes de la conquista de México por los españoles, la base de la dieta eran las cosechas de maíz, frijol, calabaza y chile. Luego de la conquista, el chile fue llevado a otras naciones, por lo que actualmente su distribución es mundial (22).

El chile Capsicum annuum forma parte de la dieta de los mexicanos, se encuentra ampliamente difundido y se consume en gran variedad de formas.

El género Capsicum, y particularmente la especie C. annuum, se consideran originarios de México y parte de Centroamérica. En nuestro país existe gran variedad de tipos de chile con características distintas en tamaño, forma, color y sabor; los tipos más importantes son serrano, ancho, mulato, marisol, jalapeño, pasilla, dulce, habanero, cora y de árbol (25).

El chile es un cultivo con gran adaptabilidad, ya que puede sembrarse desde 0 hasta 2.500 m.s.n.m.

Durante 1982 se cultivaron 75,000 has. de chile en México, produciendo 500,000 ton de fruto fresco y 30,000 ton de fruto seco (22).

El Estado de Yucatán la horticultura es una actividad agrícola bien establecida, aunque en algunas áreas se desarrolla en forma tradicional. Los cultivos más importantes son el tomate, chile, melón, sandía y calabaza (14).

En Yucatán se localiza la mayor diversidad de chiles criollos del país, de los cuales el chile habanero C. chinense es el más importante (20). Durante 1987, la superficie cultivada con chile en dicho Estado fue de 586 ha, que produjeron 3,432 ton de producto ¡5.86 ton/ha! (24).

La zona henequenera produce anualmente más del 50% de las cosechas de chile en el Estado de Yucatán (tipos habanero, X'catic y dulce criollo) y ocupa el 2o. lugar de importancia en la producción de hortalizas en la zona.

Por el precio que alcanza en el mercado, la generación de empleos durante todo el ciclo de cultivo y el beneficio económico de numerosas familias en Yucatán, el cultivo del chile es una actividad muy importante en Yucatán.

## 5.2 .- LOS NEMATODOS.

### 5.2.1 .- GENERALIDADES.

Los nemátodos son organismos del reino animal. Por los daños que ocasionan en las plantas, semejantes a los producidos por agentes infecciosos, son considerados fitopatógenos. Los nemátodos abundan en todas partes y se les halla en cualquier sustrato biológico, incluidos los desiertos y el fondo de los mares. Los hay que se alimentan con hongos, bacterias, plantas, otros nemátodos, insectos, animales superiores o detritus orgánicos. Más de 100 géneros de nemátodos se asocian con enfermedades de las plantas, y es probable que cualquier cultivo sea hospedero de una o más especies de nemátodos parásitos (1).

La presencia de nemátodos fitopatógenos en México fué reconocida por Gándara desde 1906, quien además de reportar la presencia de estos organismos sobre cafeto, hizo observaciones relacionadas con la resistencia de las plantas al ataque en función de la edad de las mismas.

En 1956 se consignó una infestación de hasta 75% de las plantas de fresa en algunos campos de Irapuato, Guanajuato, pero no se cuantificaron las pérdidas. El parásito se

identificó como Meloidogyne hapla. De igual manera, se ha reconocido como problema serio el ataque de Meloidogyne sp. sobre tomate en el Estado de Morelos. La reducción del rendimiento ocasionada por este patógeno puede llegar al 50 o 75% (1).

### 5.2.2 .- IMPORTANCIA.

Los nemátodos dañan las raíces produciendo nudosidades; así, el género Meloidogyne es frecuente en los suelos ligeros y arenosos; Puede ser un problema en suelos cultivados durante varios años con piña, ya que ésta resulta un cultivo muy sensible. Los nemátodos pueden ser responsables de grandes pérdidas en plantaciones comerciales porque atacan los pelos absorbentes de la raíz, reduciendo la actividad de ésta en la absorción de agua y nutrimentos del suelo (5).

Los nemátodos son organismos que miden entre 0.2 y 3.0 mm, y ocasionan daños en las raíces de las plantas cultivadas. El cuerpo de estos organismos pequeños<sup>1</sup>, está cubierto por una fina lanceta que utiliza para alimentarse. Al punzar las raíces con ellas extrae la savia que requiere para alimentarse, inyectando al mismo tiempo en el vegetal toxinas nocivas, de forma que acaba por inutilizar las raíces y la planta. Se calcula que en un campo, donde el suelo no se protege, podría encontrarse más de un millón de nemátodos por metro cuadrado (5).

---

1 Para observarlos hace falta la ayuda del microscopio.

### 5.2.3 .- CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS.

#### 5.2.3.1 .- MORFOLOGÍA.

La mayoría de los parásitos fitófagos son microscópicos y miden un promedio de 0.2 a 3.0 mm de longitud, son transparentes o semitransparentes, y están cubiertos por una cutícula semipermeable al agua. La cutícula puede ser lisa u ornamentada y está formada por tres capas: La corteza compuesta por queratina; la matriz de consistencia esponjosa, que contiene una sustancia llamada matricina, rica en azufre, tirosina y triptofano, y la cubierta fibroide, la cual contiene colágeno. Entre la pared del cuerpo y del tubo digestivo hay una cavidad llamada pseudoceloma, que aloja el sistema reproductivo y algunas células glandulares; esta cavidad contiene un fluido que funciona como medio respiratorio y circulatorio.

El aparato digestivo consta de esófago, intestino y recto. El tubo digestivo comienza con una apertura cubierta de cutícula, cuyo orificio o boca está rodeada de órganos sensoriales y labios. Hay una lanza bucal o estilete que es introducido a los tejidos de las plantas. En las hembras, el intestino termina en el ano, pero en los machos los órganos de la cópula desembocan también en el recto para formar una cloaca.

La hembra presenta uno o dos ovarios, cuyo oviducto se conecta a una espermatoca o directamente al útero; éste continúa con la vagina y termina con la vulva. Los machos presentan uno o dos testículos, denominándose monórquidos o diórquidos. Los testículos constan de una zona germinal, zona de crecimiento, conducto deferente y poro cloacal (1).

### 5.2.3.2 .- TAXONOMIA.

El género Meloidogyne, es parte del orden Tylenchida, y de la familia Heterodidae. La familia incluye tres géneros importantes, Tylenchulus, Heterodera y Meloidogyne.

Las características del género Meloidogyne han sido indicadas por Chitwood (1949), citado por Bonnemaison (2), quien ha descrito cinco especies: M. exigua Goeldi, M. javanica Treub., M. incognita Kofoid y White, M. hapla Chitwood, y M. arenaria Neal.

### 5.2.3.3 .- BIOLOGIA.

Se ha dedicado un número considerable de trabajos al nemátodo de las raíces Heterodera marioni Cornu, que englobaba dos o varias especies de Meloidogyne. A causa de las confusiones que han tenido lugar, la biología de este último género es poco conocida.

Podemos decir, en resumen, que estos nemátodos permanecen inmóviles cuando la temperatura del suelo es inferior a 10° C; la actividad no la recobran hasta que la temperatura es superior a 15° C; una vez alcanzada esta temperatura, las larvas penetran en las raicillas de modo idéntico a como lo hace H. schachtii y se desarrollan rápidamente. Las hembras quedan en el interior de las raíces y provocan la formación de nudosidades cuyo grosor varía con las plantas huéspedes, entre el tamaño de un cañamón y un guisante; los machos son escasos y la partenogénesis es frecuente, las hembras lanzan por la abertura genital un líquido espeso en el cual sobrenadan de 300 a 600 huevecillos, por término medio.

El periodo de incubación es muy corto: Las larvas se sitúan sobre las raíces de las plantas vecinas y pronto se desarrolla una nueva generación. En verano, el ciclo completo se obtiene en 25 a 40 días y, según la temperatura, puede haber de 3 a 10 generaciones cada año.

Las larvas pueden sobrevivir en suelo seco durante varias semanas, y en suelo húmedo durante varios meses, pero tanto ellas como los adultos mueren con el frío. Los huevos situados en el interior de los quistes soportan temperaturas muy bajas.

Son los suelos ligeros los que resultan más favorables para la población; las temperaturas elevadas favorecen la multiplicación de los nemátodos y las agallas son mucho más numerosas y gruesas con temperaturas elevadas que con temperaturas medias.

M. incognita tiene una fecundidad media de 300 huevecillos. En el momento de la eclosión, las larvas tienen una longitud de 399  $\mu$  y un grosor de 14.2  $\mu$ . La primera eclosión tiene lugar en el huevo y hay otras tres mudas larvarias. Los jóvenes son parecidos a los adultos, excepto en el desarrollo de los órganos genitales y la ausencia de las aperturas correspondientes a los mismos (1).

Los nemátodos que desarrollan agallas son prácticamente invisibles, pero las hembras piriformes pueden distinguirse sin necesidad del microscopio.

Tanto las larvas como los adultos pueden invernar en la raíz de las plantas o en el suelo. Luego del apareamiento, las hembras ponen cientos de huevecillos en las agallas.

Los diminutos nemátodos que incuban en estos huevecillos pasan al suelo por un tiempo considerable, y cuando encuentran raíces penetran en ellas y comienza la producción de agallas.

El ciclo de vida completo dura de 20 a 25 días en condiciones ambientales óptimas (17).

De acuerdo con sus hábitos, los nemátodos fitófagos se clasifican en ectoparásitos, que se alimentan de los tejidos de las plantas introduciendo sólo sus estiletes, y los endoparásitos, que pasan la mayor parte de su ciclo vital en el interior de los tejidos vegetales. Algunos se mueven libremente dentro de los tejidos (migratorios) y pueden invadir partes aéreas de la planta, en tanto que otros se vuelven sedentarios al entrar al hospedero (1).

#### 5.2.3.4 .- REPRODUCCION.

Hay generalmente un número casi igual de machos que de hembras; sin embargo las hembras de Meloidogyne pueden reproducirse por partenogénesis o sexualmente según la planta huésped. Si los nemátodos se hallan en situaciones desfavorables, aparece un porcentaje más elevado de machos. El género se halla ampliamente distribuido. Las plantas se secan comenzando por las hojas inferiores y mueren si el suelo no es suficientemente húmedo (2).

#### 5.2.3.5 .- SINTOMAS DEL DAÑO.

Los nemátodos provocan daños a los tejidos superficiales de las plantas o bien en el interior de las raíces u otros tejidos. Algunas formas parasitan de ambos modos. La mayoría de ellos atacan a las raíces, pero algunos atacan tallos, bulbos, hojas y yemas; algunos

ocasionan agallas, otros amarillamientos, achaparramientos o decaimientos que con frecuencia son atribuidos a otras causas (10).

Los generos formadores de agallas incluyen Meloidogyne, particularmente M. incognita, y el mecanismo de formación de agallas probablemente involucra la producción de fitohormonas. Sólo una parte del daño obedece a procesos mecánicos.

Junto con su saliva, los nemátodos secretan enzimas y toxinas que matan o degradan los tejidos de la planta, lo cual les permite sustraer fácilmente los nutrimentos; estos dos factores son los que causan daño a la planta huésped (15).

Meloidogyne sp. produce agallas terminales claviformes que se desarrollan en la raíz principal, la cual adquiere un diámetro cuatro veces superior al de las raíces normales. Al principio de su desarrollo, las agallas son suculentas y de color blanco.

Otro síntoma asociado es la proliferación de raíces laterales en la agalla y el punto de crecimiento, lo cual se conoce como escoba de bruja (5).

### 5.3 .- PLANTAS CON CARACTERISTICAS NEMATICIDAS.

Morgan, Triffit y Ellenby, citados por Chistie (1974), encontraron que la secreción de las raíces de la mostaza blanca Brassica hirta Moench, de la mostaza negra B. nigra Koch y posiblemente el berro Lepidium sativum, neutralizan y encubren el efecto estimulante de la raíz de la papa Solanum tuberosa L., para la implantación y desarrollo del nemátodo Heterodera rostochiensis.

En experimentos sobre el control de nemátodos dorados con aplicación al suelo de aceite de mostaza absorbido en turba, se demostró el aumento de rendimiento de papas. Con una dosis de alrededor de 3 cm<sup>3</sup> para cada 10 plantas, se logró un aumento de alrededor de 100%. Aunque el aceite de mostaza es tóxico para los nemátodos si se encuentra en cantidad suficiente, se piensa que el aumento en el rendimiento se debió a que el aceite neutralizó los efectos estimulantes de las secreciones de las raíces de la papa en el brote de los nemátodos, reduciendo así la gravedad de la infestación (6).

Sloutwey, citado por Christie (1974), descubrió que el cultivo de la caléndula africana Tagetes erecta L., reducía tanto la gravedad de la pudrición de la raíz en la ulterior cosecha de narcisos, que duplicó el rendimiento de los bulbos. Parece que la mejoría se debe a una reducción de Pratylenchus existente en el suelo, principalmente P. penetrans. Aparentemente las secreciones de la planta eran nocivas de alguna forma al bienestar de dichos nemátodos.

En otros experimentos desarrollados por Oostenbrik, Kuiper y S. Jacob (citados en 12), se observó que después de haber cultivado caléndula Tagetes erecta y I. patula en un terreno durante tres o cuatro meses, se reducían en el mismo la cantidad de nemátodos del género Pratylenchus hasta en un 90% más que después de haber ensayado otro cultivo o dejado el suelo en barbecho. Así se redujeron las poblaciones de P. penetrans, P. pratensis, y otras especies del género, al igual que Tylencherhynchus duvoidis. No se afecta mucho a las poblaciones de Rotylenchus robustus ni Cryconemoides sp.

Se ensayaron diecisiete variedades de caléndula, ocho de I. patula y ocho de I. erecta y todas fueron efectivas en la reducción de las poblaciones de nemátodos. Aunque las

caléndulas se infestaron hasta cierto punto con dichos parásitos, sus raíces albergaban menos que cualquiera de las otras plantas cultivadas.

Estas investigaciones llevaron a concluir que dicho efecto no se debe a la putrefacción final de las plantas de calendula en el suelo, sino a la acción nematicida de las secreciones de las raíces despedidas por las plantas durante su desarrollo. Uhlenbrok y Bijloo, llegaron a la conclusión de que el efecto depresor de Tagetes sobre la población de nemátodos se debe a la presencia de politienilos, en especial del atiertienil.

Rodhe y Jennis observaron que los nemátodos no se alimentan de las raíces de las plantas después que éstas han pasado la etapa de retoño, y la población declinó rápidamente cuando las plántulas formaron raíces suculentas.

El tomate Lycopersicum esculentum es generalmente un buen huésped y sólo soporta una población muy baja cuando en la misma maceta crecen espárragos. El jugo de las raíces de los espárragos, diluidos en 1-10 ml fue tóxico para Christiei y otras especies distintas de nemátodos (6).

Flores (1985), menciona que se han aislado dos sustancias activas de las raíces de Tagetes erecta, una es afatiertienil y la otra es una sustancia muy parecida; ambas actúan inhibiendo las poblaciones de nemátodos (9).

Borges (1985) menciona que aparte de los beneficios que se pueden obtener de la jamaica Hibiscus sabdarifa, ésta posee cualidades nematicidas aún no estudiadas por completo. Al respecto Minton, realizando estudios del comportamiento de la jamaica cultivada en suelos infestados por la especie Meloidogyne incoqnita acrita llegó a las siguientes conclusiones. Después del tercer año de cultivo, la población larval se redujo en comparación con el nivel original

encontrado. Un año después, las comparaciones se hicieron al establecer la rotación con kenaf H. canibus y jamaica H. sabdarifa.

Taylor realizó estudios sobre la historia patológica del nemátodo Meloydogine en la inducción de agallas dentro del sistema radicular de la jamaica, y encontró inmunidad de dicha raíz al ataque del nemátodo (3).

Se obtuvo un excelente control del parásito en Florida, cultivando zacate pangola libre de malezas durante un año, en terrenos dedicados a la producción de tomate. La Crotalaria spectabilis cultivada durante dos o tres meses en verano reduce el número de varias especies de nemátodos.

El zacate bermuda costero disminuyó la cantidad de nódulos de la raíz, pero aumentó otros. Las plantas que han demostrado gran resistencia contra el parásito son las caléndulas: Tagetes sp., la bandera española Lantana camara, la cineraria Senecio cineraria y el espárrago Asparragus officinalis. Algunas de estas plantas tóxicas para los nemátodos son útiles en plantaciones permanentes, tales como huertos, cafetales y plantíos de té. Se cultivan en las hileras de los árboles atrayendo a los nemátodos para que se introduzcan a sus raíces, donde aparentemente son muertas por las toxinas que secretan dichas plantas (18).

#### 5.4 .- DESCRIPCION BOTANICA Y TAXONOMIA DE LAS PLANTAS NEMATICIDAS.

##### 5.4.1 .- TAXONOMIA DE LA JAMAICA.

REINO	PLANTAE
SUBREINO	EMBRYOPHYTA
DIVISION	ANTOPHYTA
SUBDIVISION	ANGIOSPERMAE

CLASE	DICOTILEDONEAE
ORDEN	MALVALES
FAMILIA	MALVACEAE
GÉNERO	<u>Hibiscus</u>
ESPECIE	<u>H. sabdarifa</u> <sup>2</sup>

#### 5.4.2 .- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA JAMAICA.

Es una planta ramosa de rápido desarrollo, con altura hasta de 2.5 m en variedades de fruto comestible y de 3.5 m en variedades de fibra. Las hojas son alternas y las superiores lobuladas. Las flores son amarillo pálido, axilares, casi sentadas, con cáliz persistente y rojizo que se vuelve carnoso, tomando color oscuro y sabor ácido. El cáliz es confundido por el vulgo con fruto verdadero, que es seco, oval y encierra unas 20 semillas arriñonadas (16).

Aproximadamente tres semanas después de la floración, los cálices se encuentran listos para la recolección. Estos se cortan recorriendo la plantación cada tres o cuatro días. La cosecha continua de los cálices provoca que la floración se prolongue (8).

#### 5.4.3 .- VARIEDADES.

Las más conocidas son: La rica, planta de poca altura, pero muy productiva, de cáliz grande y muy rojo. La variedad Víctor, vigorosa de tallos rojizos. Variedad Archer, planta de color verdoso, muy vigorosa y productiva. Para la producción de fibra se recurre a la variedad Altísima (16).

2 Cfr. Rodríguez C.B. 1985. BOTÁNICA SISTEMÁTICA. UACH. México. pp 18, 42, 147.

#### 5.4.4 .- TAXONOMIA DEL CEMPAZUCHIL.

REINO	PLANTAE
SUBREINO	EMBRIOPHYTA
DIVISION	ANTOPHYTA
SUBDIVISION	ANGIOSPERMAE
CLASE	DICOTILEDONEAE
SUBCLASE	ASTERIDAE
ORDEN	ASTERALES
FAMILIA	COMPOSITAE
TRIBU	TAGETEAE
SUBTRIBU	TAGETENINAE
GENERO	<u>Tagetes</u>
ESPECIE	<u>T. erecta</u>

#### 5.4.5 .- DESCRIPCION BOTANICA.

El cempazuchil es una planta anual de crecimiento erecto que alcanza una altura de 1 a 1.5 m; presenta hojas opuestas, generalmente pinatisectas. Las flores están agrupadas en capítulos muy vistosos de color amarillo claro, hasta naranja intenso. Los capítulos son radiales, con flores dimorfas; las marginales uniseriadas, femeninas, liguladas y las del disco hermafroditas tubulares. En ocasiones se observan capítulos con flores totalmente liguladas femeninas o hermafroditas. Es una planta alógama que se propaga principalmente por semilla; sin embargo, también puede propagarse en forma vegetativa por esquejes (25).

#### 5.4.6 .- CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL CEMPAZUCHIL.

Neher, citado por Tun Suárez (1990), menciona que el conocimiento químico sobre Tagetes se inició en 1887 al ser aislados cristales de quercetagetina de los pétalos de T. erecta.

Los estudios químicos actuales del género se han enfocado principalmente al análisis de los pigmentos y aceites esenciales de especies cultivadas. La presencia de estos

aceites probablemente se relaciona con la atracción de polinizadores, repulsión de consumidores y probablemente posee funciones antisépticas.

Rolo Nava citado por Tun Suárez (1990), indica que los análisis químicos de Tagetes se incrementaron durante los últimos 30 años para determinar todos los compuestos presentes, y no sólo para las especies económicamente importantes, lo cual permite disertar sobre posiciones taxonómicas desde la tribu hasta la especie.

Aproximadamente 30% de las especies de Tagetes han sido estudiados por sus constituyentes secundarios, entre los que se encuentran flavonoides (quercetagetina) y terpenoides (monoterpenos, triterpenos, sesquiterpenos y carotenos) en flores y hojas; poliacetilenos (tiefenos) en la raíz y ácidos grasos.

La importancia económica de las especies es muy amplia debido a la cantidad de compuestos presentes. Entre los usos principales se encuentran: medicinales (antirreumático, sedante, analgésico, digestivo, corminativo, vermífugo, diurético, emético, laxante, vermífugo, antisifilítico, antimalárico y estimulante), alimenticio (condimento, colorante y saborizante) (25).

## 6 .- METODOLOGIA.

### 6.1 .- LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.

Se estableció el experimento en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 de Conkal, Yucatán. Dicha Institución se localiza en el km 16.3 de la carretera Mérida-Motul (Figura 1).

Dicha investigación se inició en Octubre de 1991 y finalizó en marzo de 1992.

El cultivo indicador fue el chile dulce Capsicum annum, variedad criolla regional.

### 6.2 .- CLIMATOLOGIA DE LA ZONA.

El clima se ha clasificado como Awo(x')(i')g utilizando el sistema de Köppen modificado por E. Garcia. Tiene una temperatura media de 27° C con precipitación pluvial media anual de 700 mm. La vegetación es selva baja caducifolia muy perturbada.

### 6.3 .- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones (10). Dicho diseño tiene como modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde  $\mu$  es la media general del experimento,  $\tau$  es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\beta$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque y  $\epsilon$  es el efecto de factores de variación no inherentes al experimento.

Dicho diseño junto con la orientación y distribución de los tratamientos se presenta en la figura 2.

## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Facultad de Agronomía.

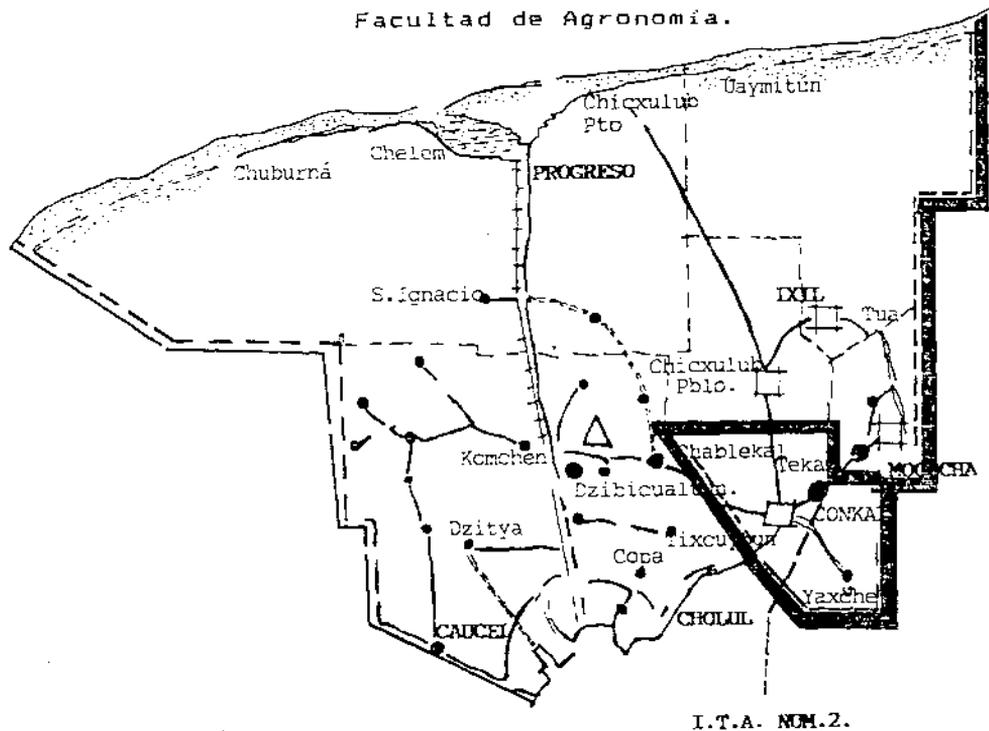


FIG. 1. LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.

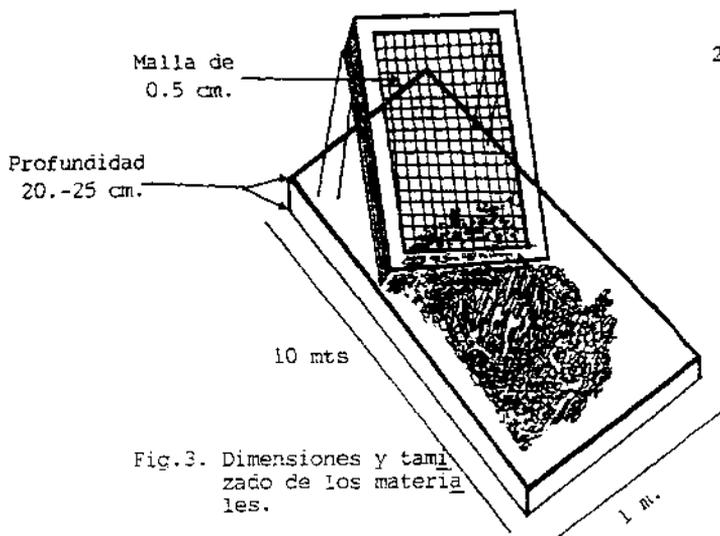


Fig.3. Dimensiones y tamizado de los materiales.

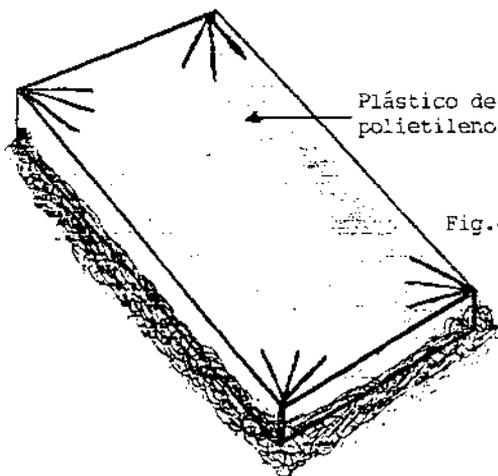
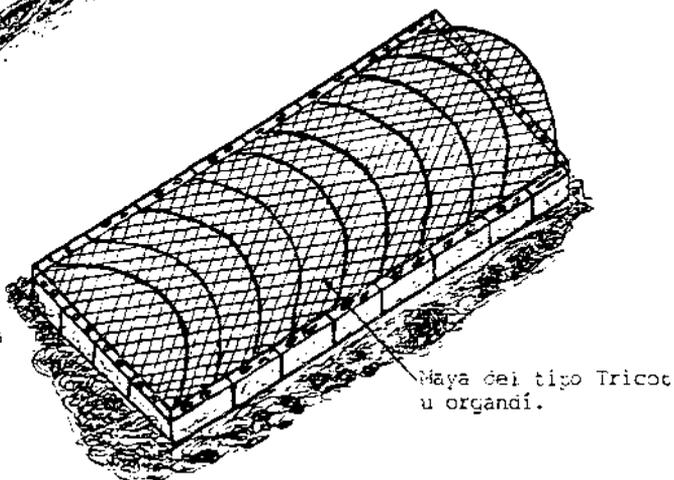


Fig.4. Desinfección del semillero con Formol al 2% durante 48 Hrs.

Fig. 5. Protección del semillero contra Mosquita blanca con malla.



### 6.5 .-DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.

Los tratamientos probados por planta o poceta fueron: 5 grs. de jamaica fresca; 10 grs. de jamaica fresca ; 3 grs. de jamaica deshidratada; 6 grs. de jamaica deshidratada; 2 grs. de cempazúchil deshidratado; 4 grs. de cempazúchil deshidratado; 4 grs. de Fenamifós y un tratamiento testigo sin aplicación. Los tratamientos se aplicaron a cada poceta previamente al trasplante.

CUADRO No. 1.- DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTO No.	DESCRIPCION	DOSES (grs./planta)
1	Jamaica fresca	5
2	Jamaica fresca	10
3	Jamaica deshidratada	3
4	Jamaica deshidratada	6
5	Cempazúchil deshidratado	2
6	Cempazúchil deshidratado	4
7	Fenamifós	4
8	Testigo sin aplicación	0

### 6.6 .- CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL.

El suelo es del tipo t'zekel de acuerdo con la clasificación maya, y se relaciona con los litosoles o rendzinas líticas de la clasificación FAO-UNESCO; es pedregoso casi en su totalidad con pequeños manchones de suelo rojo, que según la nomenclatura maya se clasifican como k'ankap y se correlacionan con los luvisoles según la clasificación FAO-UNESCO (3).

## 6.7 .- PROCESO DE CULTIVO.

### 6.7.1 .- PREPARACION DEL SEMILLERO Y PROTECCION DEL MISMO.

Para hacer el semillero se localizó un lugar alto del terreno para evitar inundaciones. Se trazó con ayuda de una cuerda un área de 10 m de largo por 1 m de ancho. Se extrajo el suelo hasta una profundidad de 20 cm y se tamizó el mismo para dejarlo libre de maleza y piedras (fig. 3). Terminada esta labor, se mezcló el suelo con cerdaza a razón de 50 kg/m<sup>2</sup> de suelo: se reincorporó el material en la fosa del semillero y se regó.

El semillero se desinfectó con formol al 2%. Luego se cubrió con plástico de polietileno durante 48 horas (fig. 4).

Después de la desinfección se efectuó la siembra, para lo cual hubo de nivelarse el semillero. Se hicieron surcos de 1.5 cm de profundidad y 10 cm de separación. Las semillas se sembraron a chorrillo y se cubrieron con una capa delgada de suelo.

Para proteger las plántulas de chile del ataque de la mosquita blanca Trialeurodes vaporariorum, se colocaron mangueras formando arcos a lo largo del semillero y a una distancia de aproximadamente 1 m, sobre los cuales se apoyó tela de tricot u organdí que cubría totalmente el semillero (fig. 5).

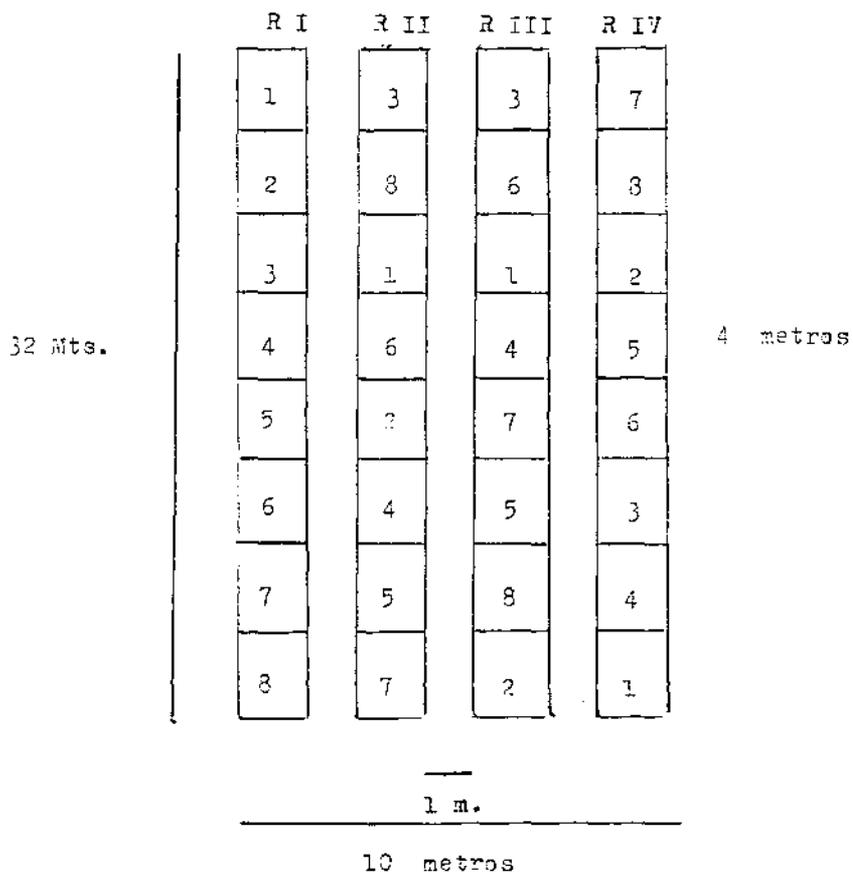


FIG. 2. Orientación y distribución de los tratamientos.

### 6.7.2 .- PREPARACION DEL SUELO.

El suelo fue preparado con pocetas para facilitar el desarrollo de las raíces y ayudar a conservar la humedad; éstas se hicieron con 30 cm de diámetro y 30 cm. de profundidad. Una vez elaborada la poceta, se le adicionó cerdaza a razón de 1 kg/poceta y se mezcló con el suelo.

### 6.7.3 .- RIEGO.

Se utilizó un sistema de riego por espaguete, mediante bombeo directo (21).

### 6.7.4 .- FERTILIZACION.

Se aplicó el tratamiento 50-100-100. más 10 ton de cerdaza/ha; para ello se utilizaron Sulfato de Amonio (20.5% N), Superfosfato de Calcio Triple (46%  $P_2O_5$ ), y Sulfato de Potasio (50%  $K_2O$ ).

### 6.7.5 .- CONTROL DE MALEZAS.

Antes del trasplante se efectuó un chapeo bajo; posteriormente se aplicó el herbicida a razón de 2 l Paraquat/400 l de Agua  $ha^{-1}$ . Después del trasplante se realizaron deshierbes en las hileras de chile. El total de deshierbes y chapeos para todo el ciclo de cultivo fueron 3 de c/u.

### 6.7.6 .- CONTROL FITOSANITARIO.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: Mosquita blanca Trialetrodes vaporariorum, el minador de la hoja Lyriomiza munda y el barrenillo del fruto Anthonomus eugeni.

Entre las enfermedades que se presentaron fueron el ahogamiento, virosis y antracnosis. Las plagas y enfermedades que se presentaron durante el cultivo fueron controladas eficazmente por una rotación de pesticidas, según se muestra en el cuadro 2.

CUADRO No. 2.- CONTROL QUIMICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Ingrediente activo.	Dosis/ha.	Intervalos de aplicación.
<b>INSECTICIDAS.</b>		
Diazinón CE 50%	1.5 l	Los insecticidas se aplicaron cada 8 días desde el semillero hasta el último corte.
Metamidofós CE 33.8%	1.5 l	
Endosulfán CE 30%	1.5 l	
Metomil PS 24%	300 grs.	
<b>FUNGICIDAS.</b>		
Oxicloruro de Cobre.	1.5 kg	Se aplicaron cada 8 días a partir del trasplante, en combinación con el insecticida utilizado.
Captán 50% PH	2.0 kg	
<b>NEMATICIDAS.</b>		
Fenamifós 38.8% S	80 kg	Al momento del trasplante, sólo en el tratamiento referido.
<b>FERTILIZANTES FOLIARES.</b>		
Gro-green	2.0 kg	Se aplicaron cada 8 días a partir del trasplante, en combinación con el insecticida utilizado.
Ferti-folen	2.0 l	
<b>HERBICIDAS.</b>		
Paraquat	2.0 l	Se aplicó durante la preparación del terreno.
<b>ADHERENTE.</b>		
Inex	1.5 l	En cada aplicación de pesticidas.

#### 6.8 .- VARIABLES BAJO ESTUDIO.

Se realizaron observaciones fenológicas semanales para cada tratamiento, registrándose las siguientes variables: Altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramas principales y secundarias, número de flores, total de frutos y frutos caídos.

También se registró el rendimiento por poceta y tratamiento y biomasa total. Finalmente, se contabilizó el número total de plantas atacadas y grado de daño sufrido por las mismas.

#### 6.9 .- MATERIALES UTILIZADOS.

Durante todo el ciclo del cultivo se utilizaron diferentes materiales como coas, machetes, picos, palas, cernidores, cubetas, cinta métrica, malla para cubrir el semillero, balanzas de 600 grs. y de 10 kg de capacidad, pintura, pinceles, brochas, láminas para letreros, y bombas aspersoras.

La lista de insumos incluye semilla, fertilizantes líquidos y granulados, nematicidas químicos, insecticidas fungicidas, formaldehído, salvado y aceite comestible para la preparación de cebos.

#### 6.10 .- COSECHA.

El primer corte se realizó el 15 de enero y el último el día 3 de marzo de 1992. Se hicieron un total de 6 cortes a intervalos de 10 días.

## 7. - RESULTADOS.

### 7.1 .- ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS RENDIMIENTOS.

Se dieron un total de 6 cortes de fruto con intervalos de 9 a 12 días. Después del último corte, se concentró la información para realizar el análisis de varianza. Esta información se presenta en el cuadro 3.

**CUADRO 3. RENDIMIENTO DEL CHILE DULCE (ton/ha) .  
REP. TRATAMIENTOS.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
I	8.66	13.44	14.28	14.25	8.93	9.52	16.82	3.95	89.85
II	12.14	12.74	7.99	14.23	9.45	8.12	10.05	4.50	79.22
III	11.11	7.14	5.11	10.10	16.00	10.21	10.69	4.83	75.19
IV	7.30	8.19	9.74	8.60	10.59	11.38	7.93	5.37	69.10
TOTAL	39.21	41.50	37.12	47.18	44.97	39.23	45.49	18.65	313.36
$\bar{x}$	9.80	10.37	9.28	11.79	11.24	9.80	11.37	4.66	

Una vez ordenada la información, se obtuvo el análisis de varianza para el rendimiento, mismo que indicó diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha < 0.05$ ), señalando la existencia de diferencias entre los mismos. Esta información se resume en el cuadro 4.

**CUADRO 4.- ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE CHILE.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F 5 %	F 1%
TRATS.	7	142.300	20.32	2.54*	2.48	3.64
REP.	3	28.955	9.65	1.21		
E.E.	21	167.514	7.97			
TOTAL	31	338.767				

C.V. = 28.83%

Una vez detectada la presencia de diferencias significativas, se procedió a la separación de medias mediante el método de Duncan, lo cual se presenta en el cuadro 5.

CUADRO 5.- PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTOS DE CHILE.

TRAT.	DESCRIPCIÓN	RDTQ.	SEPARACION
4	Jamaica desh. 6 gr/pl	11.79 ton/ha	a
7	Fenamifós 4 gr/pl	11.37 ton/ha	a
5	Cempazúchil desh. 2 gr/pl	11.24 ton/ha	a
2	Jamaica fresca 10 gr/pl	10.37 ton/ha	a
6	Cempazúchil desh. 4 gr/pl	9.80 ton/ha	a
1	Jamaica fresca 5 gr/pl	9.80 ton/ha	a
3	Jamaica desh. 3 gr/pl	9.28 ton/ha	a
8	Testigo sin aplicación.	4.66 ton/ha	b

W=4.74 ton/ha.

De acuerdo con la prueba de Duncan, todos los tratamientos superan en rendimientos al testigo, pero son estadísticamente iguales entre sí. Todos los métodos de control de nemátodos ofrecen comparables resultados, semejantes al efecto logrado con nematicida químico.

## 7.2 .- INFESTACION DE NEMATODOS EN LOS TRATAMIENTOS.

En todos los tratamientos hubo presencia de nemátodos, sólo que la cantidad de nodulaciones que se formaron en las plantas tratadas con jamaica, cempazúchil y Fenamifós, fueron inferiores en número y tamaño de las formadas en el testigo sin tratar. Conclusiones semejantes pueden asentarse en lo que refiere a daño al follaje y rendimiento del chile, pues los nódulos de las plantas tratadas parecían más recientes que en las plantas testigo. En las plantas sin tratamiento, el daño al follaje se empezó a notar desde el inicio de la floración, propiciando que las plantas tuvieran poca altura, clorosis y marchitez; los frutos de dichas plantas tuvieron un tamaño reducido (Cuadro 6).

CUADRO No. 6.- EVALUACION DEL ATAQUE DE NEMATODOS.

TRAT.	DESCRIPCION	RENDIMIENTO	GRADO DE INFESTACION	%
4	Jamaica desh. 6 gr/pl	11.79 ton/ha	Bajo	29
7	Fenamifós 4 gr/pl	11.37 ton/ha	Bajo	25
5	Cepezúchil desh. 2 gr/pl	11.24 ton/ha	Bajo	25
2	Jamaica fresca 10 gr/pl	10.37 ton/ha	Bajo	30
6	Cepezúchil desh. 4 gr/pl	9.80 ton/ha	Bajo	30
1	Jamaica fresca 5 gr/pl	9.80 ton/ha	Bajo	30
3	Jamaica desh. 3 gr/pl	9.28 ton/ha	Bajo	10
8	Testigo sin aplicación.	4.66 ton/ha	Alto	90

### 7.3 .- RELACION ENTRE EL PESO DE BIOMASA TOTAL Y RENDIMIENTO.

El peso de biomasa total (PBT) se calculó al obtener luego del último corte el peso total de fruto, y adicionarle el peso de biomasa aérea y el peso de las raíces de las plantas muestra. Ello permitió calcular la productividad de las plantas en cada tratamiento.

Para determinar la relación entre el rendimiento del fruto con la biomasa total se realizó un análisis de regresión en cada tratamiento, hallándose una diferencia altamente significativa para el modelo lineal. Dichos análisis se muestran en los respectivos cuadros del apéndice.

En las figuras 6 a 13 se muestran las relaciones entre rendimiento y biomasa total con sus respectivas ecuaciones de regresión. En las gráficas se muestra una correlación lineal positiva, por lo cual se concluye que al incrementar la biomasa total aumenta también el rendimiento.

## 7.4 .- VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS.

Se determinaron semanalmente las alturas y diámetros de los tallos durante todo el ciclo de cultivo. La primera medición se desarrolló 5 días después del trasplante y la altura 50 días después del mismo, cuando ambas variables eran definidas para cada tratamiento.

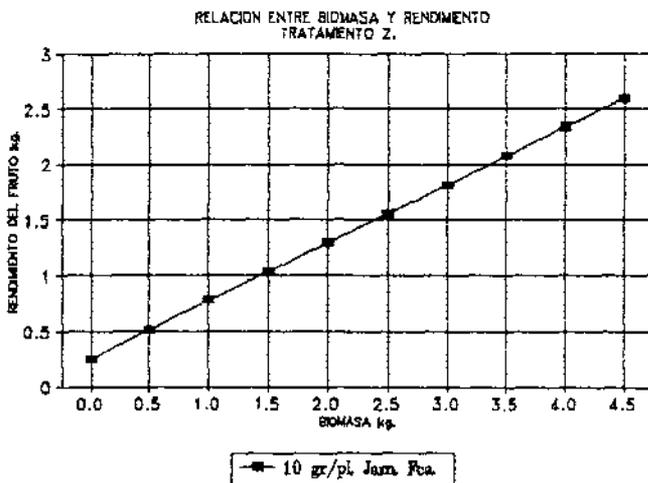
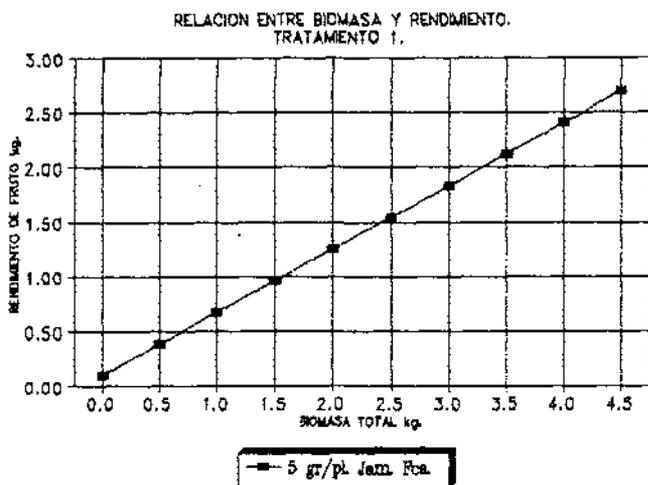
En las figuras 14 y 15 se presentan altura y diámetro de tallo alcanzados en los diferentes tratamientos.

El tratamiento que adquirió mayor altura fue el de 2 grs. de cempazúchil deshidratado por planta (74 cm), mismo que superó al testigo en 16 cm, el cuál tuvo una talla final de 58 cm.

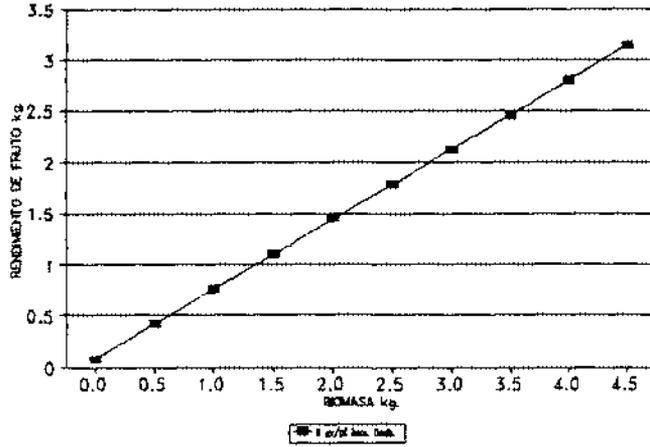
En la figura 15 se observa que la variación del grosor de tallo entre los distintos tratamientos fue muy pequeña, siendo mayor el correspondiente al tratamiento de 6 grs. de jamaica deshidratada por planta, con diámetro de tallo promedio de 2.4 cm. Con la primera y última lecturas de altura y diámetro de tallo se determinó la velocidad de crecimiento diario en los tratamientos. En el cuadro 7 se presentan dichos datos.

La mayor velocidad de crecimiento para la variable altura se obtuvo con el tratamiento 4 grs. de Fenamifós por planta (0.623 cm/día) y en orden de importancia se encuentran los siguientes tratamientos: 4 grs. de cempazúchil deshidratado por planta (0.610 cm/día) y 6 grs. de jamaica deshidratada por planta (0.609 cm/día). La menor velocidad de crecimiento se registró en el testigo (0.425 cm/día).

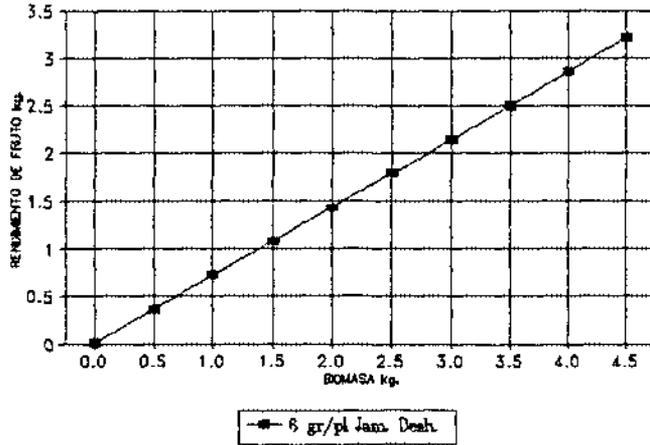
En cuanto a velocidad de crecimiento del grosor del tallo, la cifra mayor correspondió al tratamiento 6 grs. de jamaica deshidratada por planta (0.185 cm/día) y el menor fue el testigo, con 0.139 cm/día.



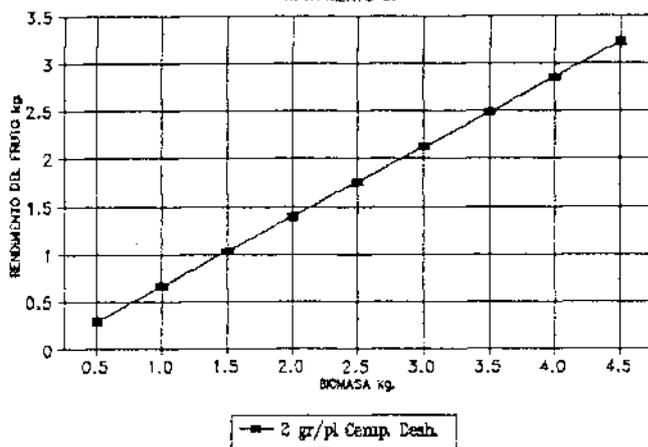
RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 3.



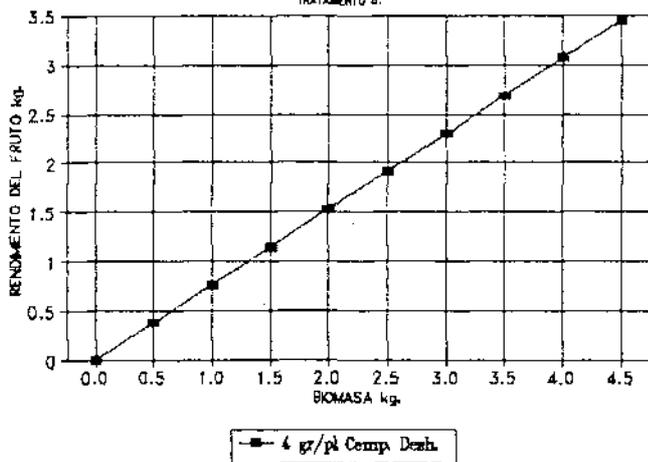
RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 4.



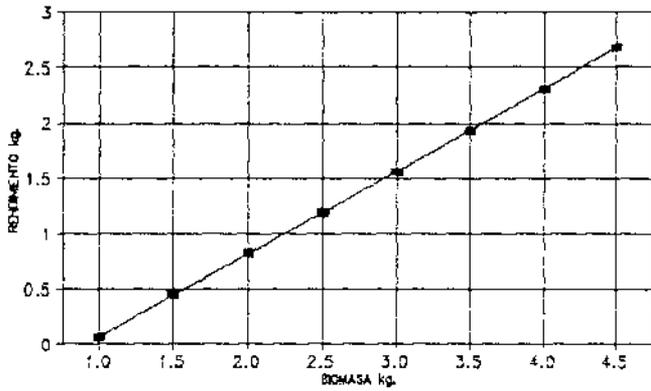
RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 5.



RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 2.

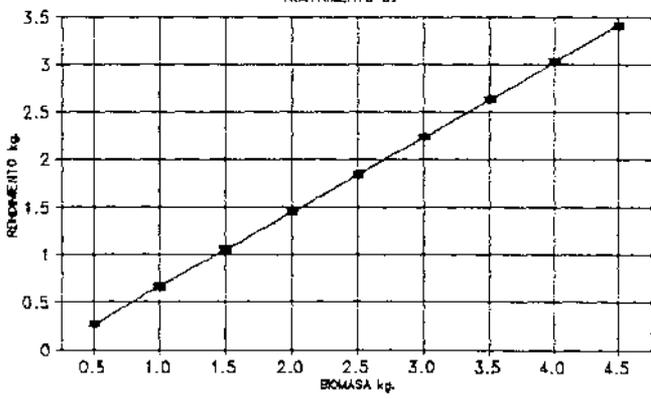


RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 7.



—■— 4 gr/pl. Fenamifos.

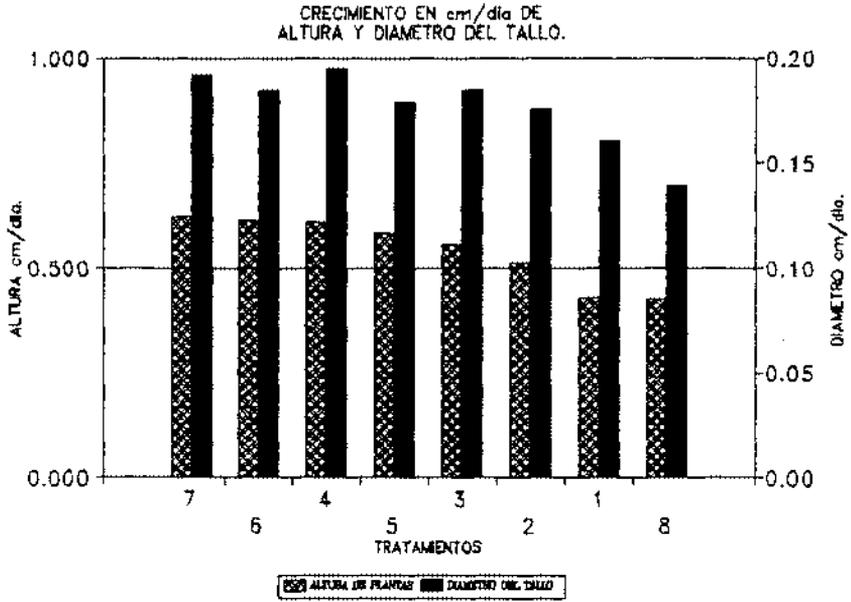
RELACION ENTRE BIOMASA Y RENDIMIENTO.  
TRATAMIENTO 8.



—■— TESTIGO S/APLICAR.

CUADRO No. 7.- VELOCIDAD DE CRECIMIENTO, ALTURA Y DIAMETRO DE TALLO EN cm/día.

No. Trat.	Descripción de Trats.	Vel. de Crec. Áltura cm/día	Vel. de Crec. Diámetro cm/día.
7	4 grs. Fenamifós/planta	0.623	0.192
6	4 grs. Cempazúchil desh./planta	0.610	0.186
4	6 grs. Jamaica desh./planta	0.609	0.195
5	2 grs. Cempazúchil desh./planta	0.583	0.179
3	3 grs. Jamaica desh./planta	0.559	0.185
2	10 grs. Jamaica fresca/planta	0.515	0.175
1	5 grs. Jamaica fresca/planta	0.428	0.160
8	Testigo sin aplicación	0.425	0.139



## 8 .- DISCUSION.

En el trópico mexicano y especialmente en Yucatán, los nematodos del suelo atacan a la raíz de las hortalizas y constituyen un serio problema para los horticultores, ya que ocasionan pérdidas parciales o totales en el cultivo; por eso, los productores prefieren recurrir a la aplicación preventiva de nematicidas químicos con la finalidad de asegurar su cosecha.

Hasta la elaboración del presente trabajo, los nemátodos del género Meloidogyne sólo han sido controlados por medios químicos, principalmente por el fenamifós y el fensulfotión. Estos productos, sin embargo, son costosos y ocasionalmente escasean en el mercado.

Por su alta toxicidad, se piensa que constituyen un problema de contaminación para los mantos acuíferos en la península de Yucatán, que se agrava por la alta permeabilidad de sus suelos.

El estudio arrojó resultados promisorios, ya que hubo respuesta nematicida en las dos plantas bajo estudio, sin que se evidenciaran diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los rendimientos de plantas tratadas con el nematicida químico y la jamaica o cempazúchil.

El mayor rendimiento de chile dulce correspondió al tratamiento de 6 grs. de jamaica deshidratada por planta, con 11.8 ton/ha; éste fue similar al obtenido con 4 grs. de fenamifós por planta, mismo que generó 11.4 ton. de fruto fresco por ha. Cuando se aplicaron 2 grs. de cempazúchil deshidratado, se obtuvieron 11.2 ton./ha. de chile. El promedio de estos tres tratamientos superó en 59.88 % al rendimiento del testigo. Este último rindió 4.6 ton/ha.

Los bajos rendimientos del testigo se debieron al fuerte ataque de los nemátodos. Este ataque inició desde la floración,

cuando las plantas comenzaron a mostrar síntomas típicos del ataque por nemátodos, tales como el amarillamiento foliar y marchitez al medio día.

Los rendimientos de los diferentes tratamientos fueron inversamente proporcionales al grado de infestación con nemátodos de la raíz, por lo que el testigo, cuya infestación ascendió al 90%, tuvo los más bajos rendimientos en comparación con cualquier otro tratamiento. Los tratamientos que promediaron 25% de infestación obtuvieron los mayores rendimientos (véase cuadro 6). En estos últimos tratamientos, las nodulaciones radicales parecían de formación reciente y no hubo daño aéreo alguno.

En lo referente a biomasa total, o productividad de las plantas en los diversos tratamientos, también la respuesta fue inversamente proporcional al grado de infestación con nemátodos. Esto es resultado lógico del ataque por nemátodos a la raíz, cuyas consecuencias son menor abasto de agua y nutrimentos para la planta, y la correspondiente reducción en la eficiencia fotosintética y el crecimiento. El tratamiento testigo tuvo crecimiento raquíptico, poca área foliar, bajo rendimiento y poca productividad.

## 9 .- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

Con la aplicación de hojas de jamaica (Hibiscus sabdarifa) y raíces de cempazúchil (Tagetes erecta) en el área radicular de chile dulce Capsicum annuum, es posible reducir la infestación de nemátodos del género Meloidogyne.

El control de nemátodos con jamaica y cempazúchil fue tan eficiente como el control químico con Fenamifós.

Las plantas tratadas con jamaica y cempazúchil mostraron nodulaciones recientes, pero sin pudrición ni daños a la raíz. Dichas plantas mostraban apariencia sana y gran vigor.

La aplicación de Fenamifós tiene un costo actual aproximado de \$300,000/ha., mismo que puede abatirse en un 80% substituyendo ese producto con jamaica o cempazúchil. Estos últimos métodos tienen ventajas adicionales, como son la no contaminación del medio y proporcionar ingresos extras, ya que pueden venderse los cálices de la jamaica y las flores del cempazúchil.

Se sugiere determinar el efecto residual del tratamiento nematicida con jamaica y cempazúchil, ampliar el estudio de las propiedades nematicidas de estas especies a otras hortalizas productivas en Yucatán y evaluar los efectos de una rotación de cultivos jamaica-hortaliza-cempazúchil-hortaliza en el control de nemátodos del suelo.

10 .- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- **BAVER, Ma. L.** 1987. **FITOPATOLOGIA.** 1a. Ed. UACH. Limusa. México. págs. 117, 118, 120, 124 y 125.
- 2.- **BONNEMAISON, L.** 1975. **ENEMIGOS ANIMALES DE LAS PLANTAS CULTIVADAS Y FORESTALES.** Vol. I. DIKOS-TAU. Barcelona. 605 pp.
- 3.- **BORGES, R. J.** 1985. **DETERMINACION DE LA DENSIDAD OPTIMA DE LA POBLACION DE JAMAICA Hibiscus sabdarifa EN LOS SUELOS PEDREGOSOS DE YUCATAN.** Tesis profesional. I.T.A. No. 2 Conkal, Yuc. pág.10.
- 4.- **CITUK, Ch. D.** 1990. **DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE AUXINAS PARA INDUCIR EL AMARRE DE FRUTO EN TOMATE, BAJO CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS AMBIENTALES EN YUCATAN.** Tesis profesional. I.T.A. No. 2. Conkal, Yuc. 52 pp.
- 5.- **CONACYT** 1974. **TALLER DE FITOPATOLOGIA TROPICAL CORP.** Sociedad Mexicana de Fitopatología. México. págs. 37,38.
- 6.- **CHRISTIE R. J.** 1974. **NEMATODOS DE LOS VEGETALES.** (Su Ecología y Control). (Tr. ing. Centro Regional de Ayuda Técnica). 2a. Ed. Limusa. México. 275 pp.
- 7.- **DE LA LOMA, J. L..** 1966. **EXPERIMENTACION AGRICOLA.** 2a. Ed. UTEHA. México. Págs. 260, 261.
- 8.- **ESCOBAR, R.** 1981. **ENCICLOPEDIA AGRICOLA Y CONOCIMIENTOS AFINES.** Tomo II. s/e. México. Págs. 433,434.
- 9.- **FLORES, E. J.** 1985. **IMPORTANCIA DE LOS NEMATODOS EN LA HORTICULTURA.** Tesis Profesional. I. T. A. No. 2. Conkal, Yucatán. 36 pp.
- 10.- **GARCIA ALVAREZ, M.** 1971. **PATOLOGIA VEGETAL PRACTICA.** 1a. Ed. LIMUSA. México. 155 pp.

- 11.- GARCIA, ENRIQUETA. 1973. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KÖPPEN. UNAM. Instituto de Ecografía de Mexico. pp. 33, 34, 45, 46, 47 y 49.
- 12.- GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATAN. 1983. MONOGRAFIA DEL ESTADO DE YUCATAN. Secretaria de Planeación. S/E. pág. 5.
- 13.- HERNANDEZ, L. B. A. 1984. ESTUDIO DE LAS FECHAS DE SIEMBRA DE FRIJOL COMUN EN LA ZONA HENEQUENERA. Tesis profesional. UAAN. Saltillo. Coahuila. 106 pp.
- 14.- INIFAP. 1990. SEGUNDA REUNION CIENTIFICA FORESTAL AGROPECUARIA. Folleto. Talleres Gráficos de la Nación. México. 35 pp.
- 15.- MANNER, J.C. 1986. INTRODUCCION A LA FITOPATOLOGIA. Limusa. México. p. 49.
- 16.- MATENS, A. 1943. DICCIONARIO DE AGRICULTURA. Tomo II. México. p. 393.
- 17.- METCALF, C.L. & W.P. FLINT. 1965. INSECTOS DESTRUCTIVOS E INSECTOS UTILES. (Sus Costumbres y su Control). (Tr. ing. Alonso Blackaller Valdéz). 4a. ed. CECSA. México. 1208 pp.
- 18.- MORTENSEN, E. & E. BULLARD. 1986. HORTICULTURA TROPICAL Y SUBTROPICAL. Ed. Pax. México. pp. 110 y 111.
- 19.- RODRIGUEZ C. B. 1985. BOTANICA SISTEMATICA. UACH. México. pp. 18, 142 y 147.
- 20.- S.A.R.H. 1978. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA AGRICOLA EN YUCATAN. Folleto para Productores. S/N. Talleres Gráficos de la Nación. México. 25 pp.
- 21.- S.E.P. 1987. SUELOS Y FERTILIZANTES. Manual de Educación Agropecuaria. México. pp. 59 y 66.

- 22.- SORIA F. M. et al. 1990. NUEVAS TECNICAS HORTICOLAS Y DE MANEJO DE SUELOS PARA YUCATAN. Ed. del I.T.A. No. 2. Conkal, Yuc. p.37.
- 23.- SORIA F. M. et al. 1990. MARCO DE REFERENCIA DE LOS CULTIVOS EN EL ESTADO DE YUCATAN. SEP-SEIT-DGE-ITA No. 2. Conkal, Yucatán. p. 86.
- 24.- SOSA F. R. 1978. PRINCIPALES PLAGAS DEL CHILE HABANERO Y SU CONTROL. Tesis Profesional. ITA No. 2. Conkal, Yucatán.
- 25.- TUN SUARES, J. M. 1990. EVALUACION DE LAS CONDICIONES OPTIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO in vitro DE CENPAZUCHIL Tagetes erecta L. Tesis Profesional. ITA No. 2. Conkal, Yucatán. pp. 5, 6 y 7.