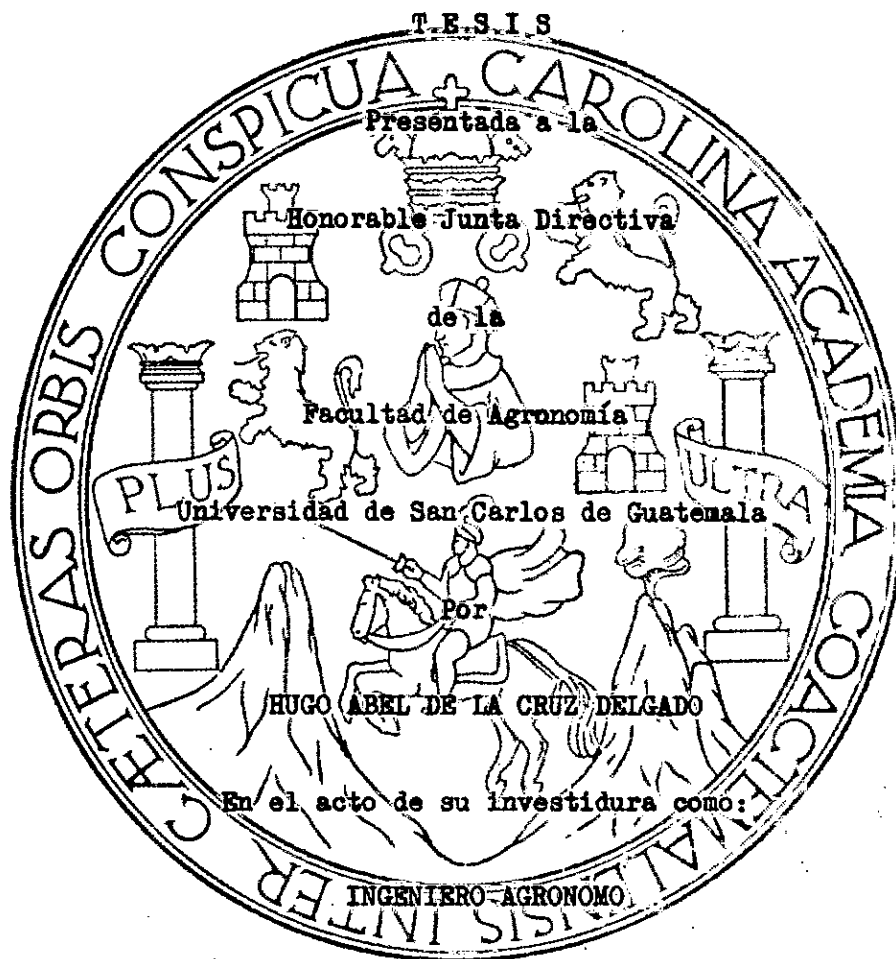


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS, SU DISTRIBUCION GENERAL EN ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum L.) Y SU EFECTO SOBRE LAS PLANTAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO".



En el grado de

"LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS"

Guatemala, noviembre de 1,979.

R
01
T(344)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

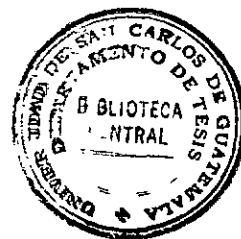
Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Vocal Primero	Ing. Agr. Rodolfo Estrada González
Vocal Segundo	
Vocal Tercero	Ing. Agr. Rudy Villatoro Recinos
Vocal Cuarto	Br. Juan Miguel Irías Girón
Vocal Quinto	
Secretario	Ing. Agr. Carlos Napoleón Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano a.i.	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Examinador	Ing. Agr. Luis Felipe Almengor
Examinador	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Examinador	Ing. Agr. Enrique Rosales Ramos
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado Cabarrus



HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS, SU DISTRIBUCION GENERAL EN ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum L.) Y SU EFECTO SOBRE LAS PLANTAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO".

Presentándolo como último requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, para su aprobación.

Deferentemente,

Hugo Abel de la Cruz Delgado

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A LA FAMILIA DAVILA VALLE

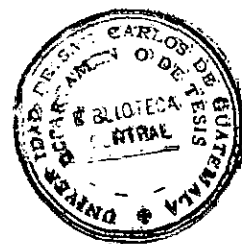
AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Abel de la Cruz Riveiro y Modesta Esperanza -- Delgado de de la Cruz, con gratitud, respeto y admiración, por todos los sacrificios hechos en beneficio de mi superación profesional.

Al Dr. David Monterroso Salvatierra, por su acertada asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.

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

A todas aquellas personas que en una u otra forma hicieron - posible la realización de este trabajo.





Referencia	DPA. 146/79
Asunto	

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 16 de noviembre de 1979.

Doctor:
Antonio Sandoval S.
Decano de la
Facultad de Agronomía
Su despacho.

Señor Decano:

En relación al encargo que me hiciera ese despacho con fecha 19 de junio de 1979; me es grato informarle que he concluido de asesorar y revisar el trabajo de tesis: "IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS, SU DISTRIBUCION GENERAL EN ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum* L.) Y SU EFECTO SOBRE LAS PLANTAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO", realizado por el estudiante Hugo Abel de la Cruz Delgado.

Es importante hacer notar que este es el primer trabajo que se realiza en el cultivo del Cardamomo, amén de que su grado de contribución en beneficio del mismo cultivo, es bastante alto.

Atentamente,



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. David Monterroso Salvatierra
FITOPATOLOGO
Depto. de Parasitología Agrícola

C O N T E N I D O

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
JUSTIFICACION.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
OBJETIVOS.....	11
MATERIALES Y METODOS.....	12
RESULTADOS.....	20
DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES.....	29
RECOMENDACIONES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32

INTRODUCCION

El cultivo del Cardamomo ha cobrado gran impulso en estos últimos tiempos en Guatemala, especialmente en el departamento de Alta Verapaz en el Norte y otras regiones aptas para su cultivo en el Sur-Occidente, donde predominan excelentes condiciones de clima y suelo para lograr altos rendimientos y un producto de buena calidad.

El Cardamomo no es un cultivo reciente en nuestro país. Según Merfi (15), en el año de 1,920 se hizo la primera introducción de semillas de Cardamomo en el departamento de Alta Verapaz; posteriormente fueron desarrolladas plantaciones en los departamentos de Suchitepéquez, Sololá y Chimaltenango. Actualmente se le cultiva en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Quezaltenango, Santa Rosa y Escuintla (5).

Este cultivo se ha desarrollado en una forma no sistemática y mas bien primitiva o rudimentaria durante mucho tiempo, y no ha sido sino hasta los últimos seis o diez años cuando dió principio su explotación con fines de exportación. Se estima que nadie se ha interesado en estudiar todos los aspectos relacionados con este cultivo, el cual ha venido incrementándose desordenadamente en el país, a tal grado que hoy se le cultiva en zonas agrícolas absolutamente inadecuadas para producir un Cardamomo de la calidad que exigen los compradores en el mercado internacional.

Como consecuencia de lo anterior y por la carencia de una técnica adecuada del cultivo, el Cardamomo paulatinamente ha venido siendo afectado por una serie de enfermedades. Estas enfermedades han sido uno de los principales factores que han frenado la producción, pues, no solo tienen el potencial de destruir completamente las cosechas; aun en aquellos casos en que no causen pérdidas totales, generalmente reducen en forma crónica el rendimiento del cultivo, afectando al mismo tiempo la calidad y durabilidad del producto cosechado.

Actualmente en las áreas cardamomeras de Guatemala, los problemas entomológicos y fitopatológicos de mayor importancia están constituidos por: "El Picudo del Cardamomo", el cual causa daños de consideración en los cardamomales al perforar los frutos, los cuales se pudren y caen posteriormente; "El Virus del Mosaico del Cardamomo", enfermedad causada por Virus, la cual se caracteriza por presentarse en forma de jaspeado en las hojas, provocando a la vez una rápida disminución en el tamaño de los brotes; la enfermedad conocida entre los agricultores como "Cercóspora", de la cual no se tiene ninguna información acerca del agente causal; los Thrips, que en la India han causado gran daño al cultivo del Cardamomo, provocando pérdidas considerables de hasta el 60% de la cosecha (9). La presencia de nemátodos, como posibles causantes de un efecto detrimental en las plantas de Cardamomo en las zonas de producción de Guatemala, aun no ha sido dada a conocer a los agricultores.

El presente trabajo tiene por objeto presentar a los agricultores - que se dedican a la cardamomicultura, la información sobre los nemátodos fitoparasíticos que afectan al cultivo, así como su distribución y los daños que causan al mismo. Constituye un pequeño aporte a la investigación de los problemas fitosanitarios relacionados con este cultivo, que en la actualidad se ha convertido en una de las fuentes de producción agrícola mas importantes de la economía nacional y conjuntamente con el Café, Algodón, Caña de Azúcar y Banano, juegan un papel preponderante en el comercio exterior del país.

JUSTIFICACION

Es conocido el hecho de que el cultivo del Cardamomo ocupa un renglón muy importante en la economía del país, proporcionando a la vez - fuentes de trabajo y de ingreso a un gran número de pequeños y medianos agricultores, principalmente en la zona Norte.

Sin embargo, a pesar de su importancia socioeconómica, nada se ha - hecho por estudiar los problemas entomofitopatológicos que afectan al cultivo, los cuales reducen considerablemente el beneficio que los agricultores esperan obtener de este sistema de producción.

Debe tomarse en cuenta el hecho de que muchos agricultores se dedican a propagar material vegetativo, no solo para establecer sus propias plantaciones, sino que también lo venden a otros agricultores atraídos por los altos precios que el producto ha adquirido ultimamente en el mercado internacional. Esto ha provocado que algunos agricultores procedan a distribuir material vegetativo sin observar el estado de sanidad del mismo, ya que desconocen hasta el momento la presencia de nemátodos así como el efecto negativo que estos tienen para su plantación, logrando con ello la distribución tanto de nemátodos como de otros patógenos, que posteriormente y unido al desconocimiento de las condiciones climáticas y edáficas requeridas por el cultivo, causan una reducción considerable en la producción.

Como quedó dicho anteriormente, hasta el momento no se ha informado nada respecto a la presencia de nemátodos en las áreas donde se cultiva el Cardamomo, mucho menos del efecto dañino que causan al cultivo; razón por la cual se hace sumamente necesaria la investigación, no solo en el campo de la Fitonematología sino en todos los aspectos relacionados con el cultivo.

REVISION DE LITERATURA

A. NEMATODOS FITOPATOGENOS:

Los nemátodos, organismos multicelulares, generalmente microscópicos, con forma de gusanillos delgados, son agentes causales de numerosas enfermedades de los vegetales. Algunos causan enfermedades en el hombre y los animales. Se encuentran diseminados en una gran variedad de medios y condiciones. La mayor parte de los nemátodos viven en aguas de mar y agua dulce; pero una buena cantidad viven libres en el suelo, del cual son habitantes naturales. Sin embargo, existe un buen número de nemátodos que en su evolución se han adaptado a vivir a expensas de los vegetales. Varias especies atacan a las plantas cultivadas, provocando frecuentemente daños graves: necrosis, lesiones y podredumbres de las raíces, tallos y hojas (6,10, 23), pero la mayoría afectan básicamente el sistema radical (19).

B. CARACTERISTICAS GENERALES:

1) Tamaño, Forma y Apariencia general:

Los nemátodos fitófagos son gusanos filiformes, cilíndricos, de tegumento liso, cuyo tamaño oscila alrededor de 0.5 a 2 mm. de longitud (10). Muchas de las especies que se asocian con las raíces son demasiado pequeñas para que puedan observarse cuando las plantas se examinan a simple vista en el campo. En este sentido, las hembras de los nemátodos de los nódulos de las raíces son una excepción, pues son observables a simple vista, aunque solo se encuentran en raíces o sobresaliendo de ellas, pero no en el suelo (6). Sin embargo, los nemátodos no son tan pequeños como se piensa, son difíciles de distinguir porque la mayor parte de ellos son delgados y transparentes.

Existen casos en que se presenta el fenómeno conocido como dimorfismo sexual, esto significa que en la etapa adulta las hembras de algunos nemátodos toman formas diferentes a las del macho, ya sea en algunas partes de su cuerpo o en la totalidad del mismo.

El cuerpo de los nemátodos es mas o menos transparente y se compone de dos tubos encajados uno en el otro. El primero comprende la cubierta del cuerpo (cutícula exterior, epidermis y musculatura) y el segundo está constituido por el tubo digestivo, el cual contiene un fluido donde se desarrolla la circulación y la respiración. Su cuerpo está cubierto por una cutícula impermeable, debajo de la cual hay una capa muscular que les confiere movilidad. En el aparato digestivo se diferencia la cavidad bucal, con un estilete accionado por músculos y mediante el cual los nemátodos perforan las paredes de las células para succionar su contenido; el esófago (formado por una porción ante-

rior, el bulbo medio y una porción basal glandular), el intestino y el ano (6,12,19).

Próximo al tubo digestivo se encuentran los órganos genitales y excretorios. Los órganos genitales del macho generalmente desembocan en el ano, mientras que en el caso de las hembras se abren al exterior por una abertura separada llamada vulva, la cual se localiza comúnmente hacia la mitad del cuerpo, precisamente en la superficie ventral (10).

La región cefálica tiene regularmente seis labios alrededor de la boca; en los nemátodos fitoparasíticos la cavidad bucal está modificada por la presencia de un estilete o lanza que utilizan los nemátodos para punzar las células vegetales para alimentarse. El sistema excretor no está bien desarrollado, pero el sistema nervioso es muy completo y está constituido por muchos nervios, ganglios y estructuras sensoriales que utilizan para la dirección (10,12,23).

El sistema reproductor está bien desarrollado. En las hembras puede encontrarse uno o dos ovarios seguidos de un oviducto, la espermateca, el útero y la vulva. En el macho se puede encontrar un testículo, la vesícula seminal y un conducto eyaculatorio que se une con el intestino para formar la cloaca. También poseen dos espículas para efectuar la cópula (10,12,23).

Generalmente, las hembras y los machos de la misma especie son muy parecidos en apariencia y forma, del mismo tamaño, o bien, los machos son ligeramente más pequeños. Las diferencias más notables se presentan en el extremo posterior, donde la presencia de espículas y de otros órganos copulatorios, que a menudo incluyen un saco, pueden originar que la parte posterior del macho difiera considerablemente con la apariencia de la hembra. Ahora bien, entre los nemátodos de las plantas, hay varias especies en las cuales las hembras y los machos no poseen ninguna semejanza entre sí (6).

El mayor número de los casos en que hay dimorfismo sexual se presenta entre los nemátodos conocidos como parásitos sedentarios, es decir, que una vez que se han establecido en el interior de los tejidos vegetales, permanecen indefinidamente en el mismo lugar, como por ejemplo, los nemátodos de los nódulos radiculares. Lo que sucede es que las hembras en su madurez dejan de ser filiformes y adquieren la forma de pera y a veces llegan a tener una forma casi esférica. En estos casos, la hembra es la que llega a ser atípica, mientras que el macho mantiene su forma de gusano o lombriz como la mayoría de los nemátodos (6,10).

2) Ciclos de Vida:

- a) Reproducción: La reproducción en los nemátodos generalmente es bisexual y la fecundación es indispensable para su multi-

plicación; pero en algunas especies se da la partenogénesis - (reproducción sin fecundación) o el hermafroditismo, es decir, cuando las funciones de los dos sexos aparecen en el mismo individuo (19).

Los nemátodos que habitan en el suelo o en los órganos infestados de las plantas tienen un ciclo de vida simple. Los huevos que deposita la hembra son de forma ovalada o redondeada y generalmente provistos de una membrana resistente. Al ecllosionar los huevos, emergen de los mismos las larvas, que por su forma y estructura se parecen a los adultos, excepto en el desarrollo del sistema reproductor. Su crecimiento se lleva a cabo por mudas sucesivas, en las que el animal se desprende de su cutícula y forma una nueva; la larva sufre una serie de cuatro mudas y los períodos de desarrollo entre cada muda toman los nombres de "etapas larvarias" (6,12,19).

- b) Nutrición: Los nemátodos se alimentan del contenido protoplasmático de las células, cuyas membranas perforan con la ayuda de su estilete. Al mismo tiempo inyectan una secreción enzimática llamada saliva, que licúa los contenidos celulares y prepara probablemente su digestión; es decir, que los contenidos de las células se tornan mas fluidos y mas fáciles de ingerir y asimilar. De esta manera numerosas células van siendo destruidas sucesivamente, sin embargo, los daños mas importantes causados por los nemátodos provienen por una parte de las sustancias tóxicas de la saliva (que provocan necrosis y deformaciones de los tejidos) y por otra parte de la invasión de la planta por bacterias u hongos, los cuales se introducen en los tejidos durante la nutrición o la penetración de los nemátodos (6, 19).

C. CLASIFICACION:

1) Por sus Hábitos de Alimentación:

La mayor parte de los nemátodos que habitan en el suelo pueden dividirse en tres grupos (6,10):

- a) Las especies Saprófagas, que obtienen su alimento en forma directa de la materia orgánica en descomposición, o que se alimentan también de microorganismos asociados con la putrefacción.
- b) Las especies Predatoras que se alimentan de animales pequeños, incluso otros nemátodos.
- c) Las especies Fitoparasíticas, que se alimentan de los vegetales superiores e inferiores.

2) Desde el punto de vista Biológico:

Algunos nemátodos de los vegetales se alimentan de las yemas,

tallos y hojas, pero la mayoría lo hace a expensas de las raíces u otras estructuras subterráneas (bulbos, tubérculos, rizomas, etc.). Algunas especies penetran en las diferentes partes de los vegetales y se alimentan de los tejidos internos, mientras que otras se nutren desde el exterior (6,10,12).

Los nemátodos que primordialmente se alimentan de la raíz pueden agruparse desde el punto de vista biológico en las tres categorías siguientes (6,10):

- a) Endoparásitos: Cuando pasan la mayor parte de su existencia en el interior de la planta. Es decir, que llegan a adultos y realizan la oviposición en el interior de los tejidos vegetales. Estos a su vez se dividen en dos grupos:
 - a.1) Endoparásitos Migratorios: Cuando cambian de sitio continuamente dentro de los tejidos, no importando se estado de desarrollo (larva o adulto).
 - a.2) Endoparásitos Sedentarios: Cuando no se mueven mas, después de haberse fijado en los tejidos, durante un período de su vida, es decir, que permanecen en un solo sitio dentro de los tejidos.
- b) Semiendoparásitos: Se fijan a las raíces o raicillas sobre las cuales viven, pero efectúan la puesta de huevos en el exterior del vegetal.
- c) Ectoparásitos: Se encuentran en el suelo y viven como parásitos externos del sistema radical, del cual se alimentan eventualmente por medio de su estilete. Pasan toda su existencia en la rizósfera, o sea la zona del suelo que rodea de cerca a las raíces. Algunas especies se conocen como vectores de Virus productores de enfermedades.

D. ENEMIGOS NATURALES:

Al igual que la mayoría de seres vivos, los nemátodos tienen sus parásitos y depredadores; los mas importantes son los hongos, cuyo micelio los captura en el suelo. También algunas bacterias pueden reducir la abundancia de estos parásitos y finalmente un grupo bien reducido de nemátodos que viven como depredadores de otros (6,19).

E. PERSISTENCIA EN EL SUELO Y FORMAS DE PROPAGACION DE LOS NEMATODOS:

El origen de una infestación, en la mayoría de los casos, debe buscarse en el suelo, pues todos los nemátodos fitopatógenos pasan en él un período mas o menos largo de su ciclo de vida o incluso la mayor parte de su existencia. Sin embargo, por sus dimensiones tan pequeñas, los nemátodos no son capaces de desplazarse a grandes distancias por sus propios medios, por tal razón, en el transcurso de un año no logran aumentar de manera significativa su zona de infes-

tación. Esto explica el hecho de que los daños generalmente aparecen en los cultivos en manchones mas o menos definidos (6,10,19).

A pesar de lo anterior, existen una serie de factores que contribuyen a su diseminación. Por ejemplo, el viento puede transportar ocasionalmente los huevos y larvas enquistadas a cierta distancia, así como los restos vegetales contaminados. Revisten mayor importancia los medios de propagación que se asocian a las prácticas culturales: las semillas, esquejes, acodos, estolones, rizomas y otros órganos de reproducción vegetativa que se encuentren infestados contribuyen a la propagación de estos parásitos a distancias muy considerables. Por último, los nemátodos se difunden fácilmente al ser transportados en partículas de suelo o de residuos vegetales que se adhieren a los zapatos, a los cascos o pezuñas de los animales, a la maquinaria agrícola, a los útiles de trabajo y también en el agua de riego (6,19,23).

F. SINTOMAS Y EFECTOS CAUSADOS POR NEMATODOS EN LAS PLANTAS:

1) Síntomas en las partes aéreas:

Quando el efecto es indirecto y producido por la lesión de un nemátodo que ocurre en el sistema radical, los síntomas aéreos serán esencialmente los mismos que resultan de cualquier condición que afecte el normal funcionamiento del sistema radical. Las plantas afectadas pueden padecer de un debilitamiento general, por lo que son incapaces de resistir a las sequías, la falta de elementos minerales en el suelo y otras condiciones adversas. En algunas plantas, particularmente las arbustivas y arbóreas, las hojas pueden presentar una reducción del tamaño, clorosis y la tendencia a desprenderse prematuramente. En algunas regiones en las cuales los suelos son deficientes en algún elemento esencial, los vegetales afectados por nemátodos tienden en mayor grado a mostrar síntomas de esa deficiencia mineral. Los síntomas de este tipo no son lo suficientemente específicos como para que, en base a ellos solamente, pueda diagnosticarse que una enfermedad es producida por nemátodos (6,10).

En el caso de los nemátodos que afectan la parte aérea de las plantas, si producen síntomas bastante típicos. Como ejemplo se citan las especies del género Aphelenchoides, las que comunmente causan lesiones en las yemas apicales y zonas de crecimiento. Pueden provocar también malformación y necrosis de las hojas y tallos en determinadas plantas. Algunas especies que se mencionan dentro del género Anguina pueden causar agallas en las espigas de algunos cereales (6,10).

2) Síntomas en las partes subterráneas:

Algunos nemátodos de las plantas se alimentan de las yemas, -

tallos y hojas, pero un número mucho mayor lo hacen a expensas de las raíces u otros órganos subterráneos. Un reducido número de enfermedades producidas por nemátodos pueden identificarse en base a los síntomas subterráneos únicamente, pero estos son de mayor utilidad en el diagnóstico que los síntomas aéreos (6).

En el sistema radical de las plantas infestadas por nemátodos pueden encontrarse solos o en combinación los siguientes síntomas (6,10,21):

- a) Agallas o Nódulos de la Raíz: Estos son síntomas típicos de la lesión que producen los nemátodos de los nódulos radiculares. Se caracterizan por malformaciones que varían desde leves ensanchamientos hasta la formación de nudos o agallas de considerable tamaño en los tejidos de la raíz. Se deben a crecimientos anormales de las raíces y son causados principalmente por nemátodos endoparásitos sedentarios, tales como los que pertenecen a los géneros Meloidogyne y Nacobus. Sin embargo, a pesar de ser pocos los géneros de nemátodos noduladores, muchas personas creen equivocadamente que este tipo de síntomas son el efecto principal de un ataque de nemátodos.
- b) Necrosis superficial de las raíces: Los nemátodos ectoparasíticos al alimentarse, pueden matar las células superficiales de la raíz en grandes porciones, lo que provoca desde ligeros cambios de color hasta la pérdida de la corteza. Las lesiones de esta clase que producen algunos nemátodos llegan a ser muy graves y penetran tanto en la raíz que llegan a descortezarla. Las especies que causan este tipo de daños se encuentran principalmente en los géneros Xiphinema, Tylenchulus y Helicotylenchus, que a menudo se encuentran asociados con esta clase de síntomas.
- c) Lesiones en las raíces: Son lesiones típicas de los daños causados por nemátodos que penetran la raíz u otros órganos subterráneos y se congregan en un área limitada, causando la muerte de los tejidos que los rodean. Estas son zonas necróticas mas o menos circunscritas, generalmente de tamaño pequeño o mediano y que a menudo se originan en el interior de las raíces. Estos síntomas son provocados por especies de los géneros Pratylenchus y Radopholus. Al agrandarse las lesiones, las raíces pequeñas quedan cercenadas en estos puntos, aniquilando las partes extremas, reduciendo con esto el sistema radical de las plantas afectadas.
- d) Ramificación excesiva de las raíces: En la proximidad de la zona mas atacada de las raíces de las plantas, estas pueden producir una excesiva cabellera radical. Este síntoma comúnmente es provocado por la muerte de la parte terminal de las raíces a consecuencia de la invasión de los nemátodos, dando

origen al desarrollo de ramificaciones en las raíces. El daño es causado por varios géneros de nemátodos.

- e) Pudriciones en las raíces: Los nemátodos que entran en las estructuras succulentas pueden iniciar heridas que luego degeneran en pudriciones. Aunque los nemátodos inician el daño, -- provocando una pudrición limitada, esta puede ser extendida -- por la invasión de otros microorganismos, como hongos y bacterias, que pueden causar la pudrición de ciertas porciones de la raíz. En este caso, la acción inicial de los nemátodos es imprescindible para la penetración y el establecimiento de -- los otros patógenos dentro de los tejidos.
- f) Heridas o malformaciones del ápice de la raíz: Generalmente, las yemas apicales de las raicillas detienen su crecimiento -- después de que los nemátodos se alimentan de ellas. Por lo -- regular, una raíz que se afecta en esta forma, se ramifica y también puede detener el crecimiento de sus ramas. El resultado es un sistema radical atrofiado, con pocas raíces abserbentes. Es un daño originado por diversos géneros de nemátodos.

Estos síntomas van generalmente acompañados por otros, no característicos únicamente de ataques de nemátodos y visibles en la parte aérea de las plantas, como son: disminución del crecimiento, síntomas de deficiencias minerales con amarillamiento de las plantas, síntomas de marchitez por sequía en presencia de suficiente humedad, reducción de los rendimientos en la cosecha y baja calidad de los productos.

Hasta la fecha no se ha reportado en Guatemala la presencia -- de nemátodos fitopatógenos en las plantaciones de Cardamomo, de tal manera que se desconocen los síntomas y el efecto que los -- mismos puedan causar al cultivo. En base a lo anterior, este -- trabajo estuvo orientado a la obtención de dicha información; y constituye la base científica para cualquier estudio que se realice con miras a investigar mas la fauna nematológica asociada -- con el cultivo del Cardamomo.

OBJETIVOS

En el presente estudio se tuvieron como objetivos los siguientes -- aspectos:

- 1) Identificar los principales géneros de nemátodos fitoparasíticos -- asociados con el cultivo del Cardamomo y determinar sus niveles de población en almácigos y plantillas en las principales áreas de producción.
- 2) Evaluar el daño que ocasionan diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos en el desarrollo de las planta de Cardamomo.

MATERIALES Y METODOS

A. IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS Y SU DISTRIBUCION GENERAL EN LOS ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO.

1) Selección de las Areas de Muestreo:

Para la realización de este trabajo se tomaron en cuenta las dos áreas de producción de Cardamomo mas importantes, localizadas la primera en la zona norte (Departamento de Alta Verapaz) y la segunda en el Sur-Occidente del país en los departamentos de Chimaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos y Quezaltenango.

Por lo general, en estas áreas la topografía del terreno es en extremo accidentada y resulta bastante difícil encontrar en las mismas, algunas partes llanas como en la costa del país. La elevación de estos terrenos oscila entre los 80 y 1,600 metros de altura sobre el nivel del mar. En la mayor parte de estas áreas existen bosques naturales, en los cuales se cultiva el Cardamomo aprovechando la sombra de los mismos para la protección del cultivo. Aquí es común encontrar fincas de Cardamomo que presentan pendientes con desniveles de 40 hasta 80%. El clima prevaleciente es subtropical muy húmedo y la precipitación es abundante, con un promedio de 4,000 mm. anuales y una temperatura media de 22°C. (7).

La propagación del Cardamomo la realizan los agricultores de dos formas: la primera de ellas por semilla, para lo cual construyen semilleros y posteriormente almacigos antes de su establecimiento en el campo definitivo. En este sentido, cabe mencionar que esta técnica es utilizada por muy pocos agricultores en el departamento de Alta Verapaz (1). La segunda forma de propagación es utilizando material vegetativo (rizomas) seleccionando de otras plantaciones y sembrado directamente en el campo. Los agricultores que propagan el Cardamomo a través de semilleros y almacigos, generalmente siguen las mismas técnicas de producción empleadas en las etapas iniciales del cultivo del Café.

Los agricultores emplean corrientemente dos formas diferentes para realizar sus semilleros y almacigos. Hay quienes lo hacen directamente en el suelo, seleccionando para el efecto el lugar mas adecuado; otros lo hacen llenando bolsas de polietileno con tierra, donde siembran las semillas y establecen posteriormente sus almacigos, en la misma forma como se hace con el cultivo del Café.

2) Muestreo:

Para la realización de este estudio se hizo un muestreo diri-



gido, tomando como base la existencia del cultivo del Cardamo---mo en las fincas muestreadas; pues no existe ni marco lista y no está disponible fotografía aérea para proceder a realizar muestreos por áreas.

De tal manera que se tomaron en cuenta, como se dijo anteriormente, las dos áreas de producción de Cardamomo mas importantes, siendo éstas la zona del Sur-Occidente y la Zona Norte, muestreándose en cada zona 10 fincas, las cuales aparecen localizadas en el Mapa No. 1. En cada una de estas zonas se separaron las fincas muestreadas de acuerdo al tamaño de la explotación -- (ver Cuadro No. 2).

La realización del muestreo se llevó a cabo de la siguiente manera: en cada finca a muestrear se tomaron al azar 10 plantas. De cada muestra de 10 plantas se hicieron submuestras de 3, de donde se obtuvieron muestras tanto de suelo como de raíz, con las cuales se llevó a cabo el análisis nematológico. En total se tuvieron 20 submuestras para análisis (1 por cada finca muestreada).

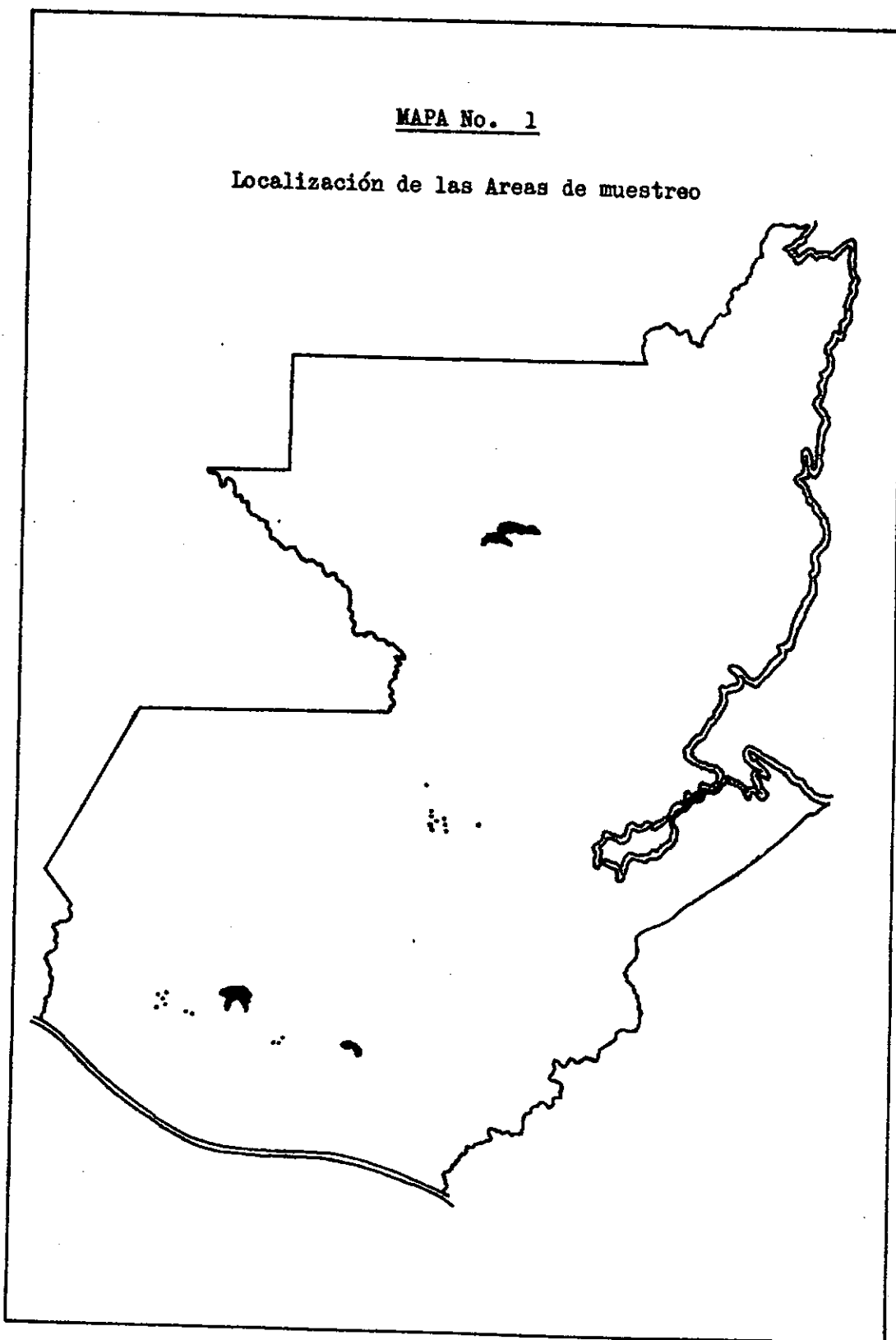
Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en bolsas de plástico debidamente identificadas. Posteriormente se vaciaron en una bandeja donde se homogenizaron perfectamente y se tomaron muestras de 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz para la extracción de los nemátodos.

3) Análisis nematológico:

- a) Extracción de Nemátodos Ectoparasíticos: Estos nemátodos viven generalmente en el suelo y se alimentan de la raíz desde el exterior. Para la extracción de los mismos se utilizó el método de Centrifugación y Flotación con azúcar de Gooch y D'Herde, citado por Mundo (17) y Zavaleta (22). Es uno de los métodos usados para el aislamiento de nemátodos de movimiento lento como los nemátodos de anillo del género Criconemoides (11). Para extraer los nemátodos por este método se midieron 250 cc. de suelo. El procedimiento consistió en primer lugar en triturar el suelo lo mas que se pudo, mezclando la muestra con suficiente agua en una palangana para homogenizar perfectamente el suelo. Una vez hecha la homogenización se dejó de agitar para que se sedimentaran las partículas de suelo. Unos segundos después se pasó el sobrenadante del recipiente por tres tamices (de 80, 100 y 325 mallas respectivamente). El suelo con nemátodos que quedó retenido en el último tamiz se lavó con una pizeta y se recogió en un vaso de precipitación de 150 ml. del que a su vez, agitando la suspensión en forma continua se vació a los tubos de una centrífuga, agregando a cada tubo 1 gr. de Caolín y mezclando perfectamente. Se procedió luego a centrifugar por --

MAPA No. 1

Localización de las Areas de muestreo



5 minutos a 3,000 R.P.M. Posteriormente se decantó el sobrenadante de los tubos y el sedimento se mezcló con una solución de azúcar al 45%. Con esta solución se resuspendió el sedimento de los tubos, con ayuda de un agitador y se volvió a centrifugar a 3,000 R.P.M. durante 3 minutos. El sobrenadante de los tubos se pasó por el tamiz de 325 mallas y con la ayuda de una pizeta se lavaron y concentraron los nemátodos en él retenidos. Este lavado se hizo rápidamente y con suficiente agua para eliminar cualquier exceso de la solución azucarada que pudiera deformar a los nemátodos. Ya concentrados y perfectamente lavados se transfirieron los nemátodos a un frasquito de 10 cc. para proceder a matarlos y fijarlos antes de su identificación y conteo.

- b) Extracción de Nemátodos Endoparasíticos: Para la extracción de los nemátodos que viven y se alimentan dentro de los tejidos de las raíces, se tomaron muestras de raíz de cada una de las submuestras (20 en total). Estas raíces se sacudieron suavemente y se fraccionaron en trocitos de 2-3 cms. de largo, de los cuales se tomó una porción de 50 gr. de raíz.

Para la extracción de los nemátodos de las raíces se usaron dos métodos:

- b.1) El primero fue el de Licuado-Tamizado-Centrifugado de Gooris y D'Herde, citado por Mundo (17). Este método no es mas que una modificación del Tamizado-Centrifugado, descrito anteriormente. El procedimiento de extracción consistió en licuar por espacio de 45-60 segundos los 50 gr. de raíz en una licuadora a baja velocidad. El licuado se pasó en un tamiz de 100 mallas por pulgada cuadrada y luego a través de un tamiz de 325, los cuales fueron lavados cuidadosamente. Se recogió con una pizeta este material y se pasó a los tubos de la centrifuga agregando a cada tubo 1 gr. de Caolín y se centrifugó a 3,000 R.P.M. durante 5 minutos. A continuación se procedió en la misma forma que para la extracción de los nemátodos ectoparásitos.
- b-2) El segundo método utilizado para la extracción de los nemátodos endoparasíticos fue el de Incubación de Tejidos (raíces) citado por Echandi (8). Para la extracción se utilizaron embudos de vidrio (Embudos de Baermann) con una pequeña manguera de hule de 6-7 cms. de largo en la parte inferior, la cual se selló con una pinza de Mohr. La metodología para la extracción fue la siguiente: se llenaron los embudos con agua hasta unos dos centímetros cerca del borde, luego se colocó un cedazo sobre el embudo y posteriormente una pequeña toalla de papel facial sobre el cedazo. Se tomaron 50 gr. de raíz

ces fragmentadas y se distribuyeron sobre el papel facial. Se agregó lentamente agua hasta que las raíces quedaron completamente en contacto con el agua, tratando de que esta no cubriera todo el material.

Se dejaron los embudos en reposo durante un tiempo de 24 a 48 horas, al cabo de las cuales se extrajeron muestras de agua con nemátodos en un frasquito de 10 cc. para matarlos y fijarlos posteriormente.

4) Matado, fijación y preservación de los Nemátodos:

Teniendo la suspensión de nemátodos en frasquitos de 10 cc., estos se dejaron en reposo por un tiempo de 4-6 horas para procurar el asentamiento de todos los ejemplares. Luego se eliminó el exceso de agua en cada frasco, hasta que quedara en cada uno aproximadamente 5 cc. de suspensión. Cuando al decantar se escaparon algunos nemátodos, estos fueron pescados individualmente en un vidrio de Syracuse y devueltos al frasco que contenía la suspensión. Para el matado y fijado se usaron las siguientes técnicas y sustancias específicas (8,11):

a) Formalina al 5%:

En esta técnica se usó Formalina al 5%. Para obtener una buena fijación fue necesario calentar los frascos que contenían a los nemátodos en un baño María, agitando los frascos de tal manera que la temperatura se distribuyera uniformemente dentro de la suspensión, hasta que llegó alrededor de los 60°C., por un minuto. Esto se hizo con la finalidad de matar a los nemátodos y que los mismos al morir lo hicieran de una forma tal que se pudiera observar mejor su morfología. Posteriormente se añadieron 5 cc. de Formalina al 5%.

b) T.A.F.:

En algunos casos se utilizó esta técnica para el matado y fijado de los nemátodos. Al igual que el método anterior, se usó para una fijación temporal de los ejemplares. El matado y fijado se realizó en la misma forma que para la técnica de la Formalina al 5%. Para preparar 100 cc. de este fijador (TAF) se hizo una solución de 2 cc. de Trietanolamina, 91 cc. de Agua destilada y 7 cc. de Formaldehído al 40% (11). Finalmente se añadieron 5 cc. de fijador a los frascos con la suspensión de nemátodos.

Una vez agregadas estas soluciones, se agitaron los frascos suavemente y a los mismos se les colocó su etiqueta correspondiente con los datos de identificación; quedando los nemátodos preservados en esta forma por algún tiempo.

5) Conteo e Identificación:

Para poder efectuar el conteo se hizo una reducción en cada frasco de la cantidad de líquido a un máximo de 5 cc., para lo cual se eliminó el agua en exceso sin agitar, con el propósito de concentrar los nemátodos en cada muestra. Algunos nemátodos que se escaparon en esta operación fueron pescados y reintegrados luego a la suspensión concentrada. En seguida, con una pipeta graduada se transfirió 1 cc. de la suspensión a un vidrio microsyracusa, el cual se llevó al microscopio compuesto bajo el objetivo de potencia media (10X), para la observación directa de los nemátodos. Al realizar el enfoque de los ejemplares se logró hacer el conteo en forma simultánea con la identificación hasta género. Las poblaciones para cada género se obtuvieron sacando el promedio de 3 conteos efectuados en la forma descrita anteriormente. Este promedio se multiplicó por los 10 cc. de la suspensión para obtener las poblaciones de nemátodos en 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz.

Cada género de nemátodos presenta características morfológicas y anatómicas que permiten su identificación. La identificación se realizó siguiendo el criterio de fitopatólogos prácticos, quienes se han simplificado este trabajo y han seleccionado una serie de características para determinar los géneros de nemátodos, a saber: presencia y tipo de estilete, forma del esófago, forma del nemátodo, forma de la cola y forma y disposición del ovario en las hembras.

La identificación de los nemátodos hasta la determinación de su género se hizo fundamentalmente en base a la Clave de Tylenchida propuesta por Loof (1975), en las descripciones y esquemas del Commonwealth Insititute of Helminthology (1973), de Thorne (1961), de Zuckerman y colaboradores (1971) y de Jenkins y Taylor (1967).

6) Montaje:

Con el objeto de realizar la confirmación genérica mediante la identificación mas precisa de los nemátodos, se hizo necesario hacer montajes de los mismos. El procedimiento seguido en la preparación de los montajes fue el siguiente: se colocó una gota de Lactofenol blanco en el centro de un portaobjetos. Luego se localizaron los nemátodos vertidos en un vidrio de Syracuse con la ayuda de un microscopio estereoscópico, utilizando 45 aumentos. Posteriormente se procedió a levantar los nemátodos cuidadosamente hasta llegar a la superficie del agua con el auxilio de un pescador de nemátodos (se preparó un pescador utilizando una aguja de disección a la cual se adhirió en la punta una pestaña con parafina derretida). Cuando se tuvo un nemátodo justamente bajo la superficie del agua se levantó rápidamente para sacarlo y colocarlo luego en una gota de Lactofenol en un portaobjetos, al cual se le colocaron cuatro puntos de pintu-

ra de uñas en las esquinas de un cuadro imaginario para evitar - el aplastamiento de los ejemplares atrapados entre el porta y cubreobjetos. Con la ayuda de una pinza se procedió a colocar un cubreobjetos sobre el líquido. El exceso de Lactofenol se eliminó con papel absorbente y por último se observó la preparación - bajo el microscopio. Las preparaciones que merecieron ser preservadas se sellaron con esmalte de uñas, el cual se aplicó con un pincel fino a las orillas del cubreobjetos.

B. EVALUACION DEL DAÑO CAUSADO POR DIFERENTES GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS EN PLANTULAS DE CARDAMOMO.

1) Condiciones en que se desarrolló el Experimento:

En vista de ser este el primer estudio serio desarrollado en Guatemala sobre nemátodos en Cardamomo, se consideró necesario - estudiar el daño bajo condiciones controladas, en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para el ensayo fueron utilizadas 10 plántulas obtenidas de semilla, las cuales tenían un mes de edad. De estas, 5 - se utilizaron como plantas testigo, las otras 5 fueron inoculadas con diferentes géneros de nemátodos fitopatógenos. Las plantitas se colocaron en bolsas de polietileno con suelo previamente desinfectado.

2) Origen del Inóculo:

Para el ensayo de patogenicidad fueron utilizadas muestras de suelo y raíz obtenidas de una de las fincas muestreadas en Alta Verapaz que presentó altas poblaciones de nemátodos, específicamente de los géneros Meloidogyne y Pratylenchus. La extracción de los nemátodos se hizo utilizando el método de Incubación de raíces.

3) Inoculación:

Las 5 plantitas fueron inoculadas en 4 ocasiones, habiendo -- transcurrido 15 días entre cada inoculación. El nivel promedio de población de nemátodos que se inoculó a cada bolsa fue de 1,200 ejemplares, de los cuales el 95% correspondió a nemátodos de los géneros Meloidogyne y Pratylenchus y el 5% restante - al género Helicotylenchus.

4) Establecimiento del Experimento:

Las bolsas con su respectiva plantita fueron colocadas en una de las mesas del invernadero al azar. Las plantas testigo fueron puestas sobre plástico para evitar una posible contaminación

y las mismas fueron identificadas para no confundirlas con las plantitas tratadas con nemátodos. Todas fueron regadas a diario y se les aplicó una solución nutritiva cada 5 días. Además, se trataron en 3 oportunidades con Dithane M-45 para prevenir alguna enfermedad de tipo fungoso que pudiera haber afectado a las plantas bajo estudio. El experimento quedó establecido el día 6 de julio de 1,979.

5) Evaluación del daño:

Luego de 3 meses de establecido el experimento se procedió a efectuar la evaluación del daño, la cual se hizo en base a la altura y al peso verde de las plantas. Para determinar la altura simplemente se midieron las plantitas desde el nivel del cuello hasta el ápice de la hoja mas tierna, mientras que para la determinación del peso verde se cortaron las plantitas a nivel del cuello y luego se pesaron. Los datos de la altura y peso verde fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar si el nivel promedio de población de nemátodos inoculado causó algún efecto estadístico significativo en el desarrollo de las plantas.

RESULTADOS

A. IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS Y SU DISTRIBUCION GENERAL EN ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO.

Los géneros de nemátodos que se encontraron asociados con el cultivo del Cardamomo fueron: Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus, Dorylaimus, Tylenchus, Xiphinema y Criconemoides. En el cuadro No. 1 se muestra su distribución general y su promedio poblacional en muestras de suelo y raíz.

Los nemátodos de mas amplia distribución fueron: Meloidogyne, Helicotylenchus y Pratylenchus. El género Meloidogyne fue el que se encontró con mayor frecuencia, habiéndose extraído en el 80% de las muestras. El género Helicotylenchus apareció en el 65% y Pratylenchus fue menos frecuente, ya que estuvo presente en el 50% de las muestras. El género Criconemoides fue el que presentó una distribución mas restringida, encontrándose unicamente en el 15% de las --- muestras.

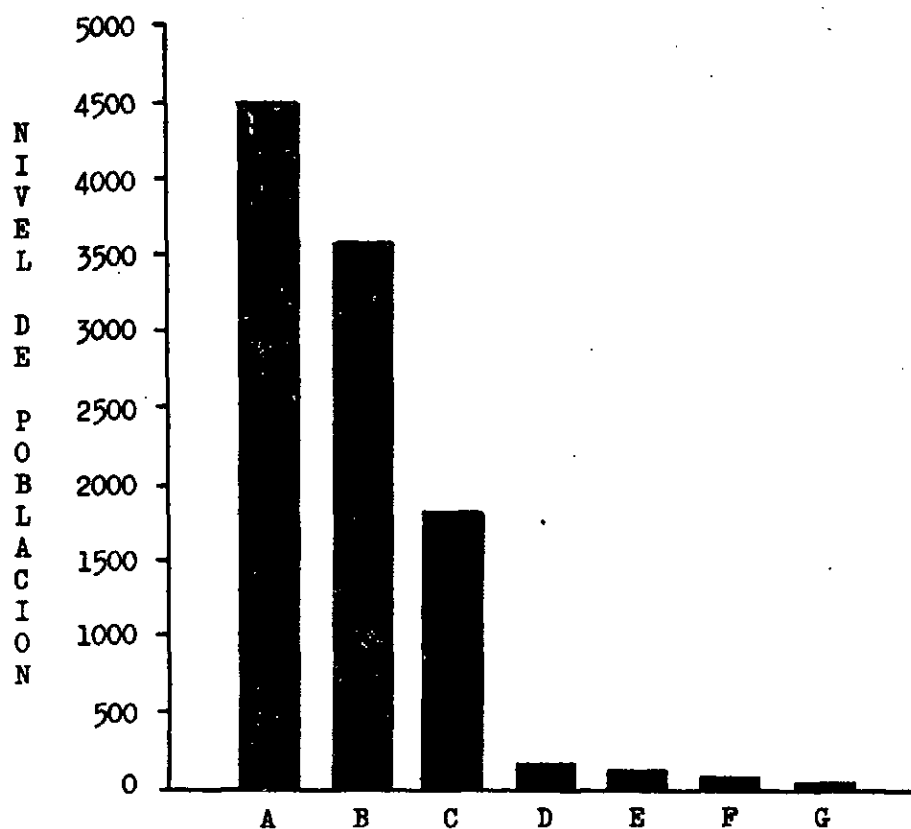
Al revisar la Gráfica No.1, puede observarse que las poblaciones mas altas encontradas corresponden a los géneros Meloidogyne, Pratylenchus y Helicotylenchus respectivamente. En el caso del género Meloidogyne se obtuvo una población promedio de 4,500 ejemplares en muestras de 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz. Para el género Pratylenchus fue de 3,600 y para el género Helicotylenchus la población promedio obtenida fue de 1,800 nemátodos para iguales muestras de suelo y raíz. Siguieron en orden los géneros Dorylaimus, Tylenchus y Xiphinema, con un nivel de población promedio de 160, 120 -- y 80 respectivamente. Por último, la población promedio mas baja encontrada correspondió al género Criconemoides con 50 ejemplares aislados de muestras de 250 cc. de suelo.

En relación al tamaño de las fincas muestreadas y al sistema de propagación utilizado, cuya información aparece en los cuadros No. 2 y 3, puede verse que las fincas muestreadas en Alta Verapaz (10 - en total) son de pequeña extensión en comparación con las muestreadas en la zona Sur-Occidental (10 en total), situación que coincide con las técnicas de producción utilizadas en el cultivo del Cardamomo, ya que en la Alta Verapaz, en el 80% de las fincas muestreadas la propagación la hacen utilizando material vegetativo y el 20% a partir de semillas; mientras que en el Sur-Occidente el 100% lo hacen utilizando semilla.

Cabe mencionar acá que la mayoría de plantaciones establecidas en Alta Verapaz se han obtenido partiendo de material vegetativo, por lo que el muestreo en estas fincas se hizo en plantillas de ocho meses a un año y medio de edad, en 8 fincas y en almacigos en las otras 2.

FIGURA No. 1

Niveles promedio de poblaciones de nemátodos fitoparasíticos encontrados en muestras de 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz, en 20 fincas muestreadas.



GENEROS

A) Meloidogyne, B) Pratylenchus, C) Helicotylenchus, D) Dorylaimus, E) Tylenchus, -- F) Xiphinema y G) Crictonemoides.

Cuadro No. 1: Frecuencia de aparición de 7 géneros de nemátodos fitoparasíticos encontrados en muestras de suelo y raíz en 20 fincas muestreadas y su promedio poblacional.

GENERO	FRECUENCIA	%	PROMEDIO DE POBLACION
MELOIDOGYNE	16	80	4,500
HELICOTYLENCHUS	13	65	1,800
PRATYLENCHUS	10	50	3,600
DORYLAIMUS	8	40	160
TYLENCHUS	4	20	120
XIPHINEMA	4	20	80
CRICONEMOIDES	3	15	50

Cuadro No. 2: Agrupación de las unidades de explotación muestreadas según su tamaño en las zonas cardamomeras.

TAMAÑO	ZONA NORTE	SUR-OCCIDENTE
Menores de 1 Mz.	5	--
Mayores 1 Mz. pero menores 1 Cab.	5	--
Mayores 1 Cab pero menores 10 Cab.	-	10

Cuadro No. 3: Técnica utilizada en la propagación del Cardamomo según zona de producción en 20 fincas muestreadas.

ZONA	PROPAGACION POR SEMILLA	%	PROPAGACION VEGETATIVA	%
NORTE	2	20	8	80
SUR-OCCIDENTE	10	100	-	--

Observando el Cuadro No. 4, podemos decir que de acuerdo al tamaño de las fincas muestreadas se obtuvieron los niveles promedio de

población mas altos en las fincas de mayor extensión. De acuerdo - con la lógica se esperaría que en estas fincas los niveles de pobla- ción de nemátodos fueran mas bajos puesto que se supone que son las fincas que pueden desarrollar una mejor tecnología, pero nuestros - resultados demuestran totalmente lo contrario.

Cuadro No. 4: Niveles promedio de población de acuerdo al tamaño de las fincas muestreadas.

TAMAÑO	ZONA NORTE	$\bar{X}$ POBLACION	SUR-OCCIDENTE	$\bar{X}$ POBLACION
Menores 1 Mz.	5	2,646	--	-----
1 Mz. 1 Cab.	5	2,279	--	-----
1 Cab 10 Cab	-	-----	10	3,139

En cuanto al sistema de propagación empleado, podemos ver en el Cuadro No. 5 que en las fincas donde se preparan semilleros y almá- cigos, los niveles de población promedio son también mayores que -- los alcanzados en las fincas donde la propagación es vegetativa. Es- to nos indica que la preparación de semilleros y almácigos en las - fincas se está haciendo tan mal que se puede asegurar que se está - contribuyendo a la distribución de los nemátodos hacia las nuevas a reas de cultivo.

Cuadro No. 5: Promedio poblacional de nemátodos de acuerdo al siste- ma de propagación utilizado.

SISTEMA	PROMEDIO POBLACIONAL	No. DE FINCAS
Propagación vegetativa	2,249	8
Semilleros-almácigos	3,168	12

Analizando el cuadro No. 6 podemos ver claramente que las pobla- ciones de nemátodos endoparasíticos (Meloidogyne y Pratylenchus) -- que se obtuvieron, dependieron fundamentalmente del método de ex- -- tracción utilizado. En este sentido, las poblaciones obtenidas fue- ron mayores cuando la extracción se hizo por el método de Incuba- -- ción de raíces en embudos de Baermann que por el método del Licua- -- do-Tamizado-Centrifugado. La razón pudo ser de que no todos los ne- mátodos se extrajeran de las raíces y además, porque muchos nemáto-

dos se destruyeron al hacer la extracción por efecto del licuado de las raíces.

También es importante hacer notar que en el caso de Meloidogyne, en algunas ocasiones, además de las larvas también se extrajeron -- machos, lo que significa altas poblaciones de hembras en las raíces. Estos machos de Meloidogyne al igual que otros nemátodos como Xiphinema y Dorylaimus, en la realización de este trabajo, solo fue posible aislarlos por el método de Incubación de Raíces y no por el método del Tamizado-Centrifugado, a pesar de haber hecho algunas repeticiones del proceso de extracción por este método. Esto vino -- a demostrar, en nuestro caso, que esta técnica no es la mejor, como muchos aseguran, para la extracción de nemátodos del suelo. En tal virtud, diremos que la técnica de los embudos de Baermann, a pesar de ya no usarse mucho, si se adapta perfectamente a la extracción de nemátodos ectoparásitos (excepto los de movimiento lento como los del género Criconemoides).

Es importante señalar el error en que pueden incurrir las personas que se dedican a la investigación cuando argumentan usar solo un método de extracción como el mejor para la obtención de cualquier clase de nemátodos, pues nuestro estudio nos revela que tal método no existe.

Cuadro No. 6: Diferencia entre las poblaciones de nemátodos endoparasíticos obtenidas por los métodos de Licuado-Tamizado-Centrifugado e Incubación de raíces.

GENERO	<u>Licuado-Tamizado-Centrifugado</u> Nivel X de población	<u>Incubación de Raíces</u> Nivel X de población
PRATYLENCHUS	1,200	2,200
MELOIDOGYNE		
Larvas:	1,800	2,100
Machos:	---	200

B. EVALUACION DEL DAÑO CAUSADO POR DIFERENTES GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS EN PLANTULAS DE CARDAMOMO.

El efecto de la inoculación de diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos sobre la altura y el peso verde de las plantas se indica en los cuadros No. 7 y 8.

Para llegar a determinar si el nivel promedio de población de nemátodos inoculado afectó el desarrollo de las plantas, se proce----

dió a determinar, en primer lugar, si existían diferencias significativas entre las alturas y entre los pesos verdes mediante un análisis de varianza.

Cuadro No. 7: Altura (en cms.) de las plantas inoculadas con diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos en relación con las plantas testigo.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S					$\bar{X}$
Plantas Testigo	46	38	33	24	26	33.4
Plantas Inoculadas	28	24	28	14	23	23.4

Cuadro No. 8: Peso verde (en grs.) de las plantas inoculadas con diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos en relación con las plantas testigo.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S					$\bar{X}$
Plantas Testigo	11	9	7	7	4	7.6
Plantas Inoculadas	8	5	6	5	3	5.4

A través del análisis de los datos anteriores pudo detectarse -- que hubo una diferencia significativa entre las alturas, no así entre los pesos verdes, quizá porque el método no fue capaz de extraer las diferencias entre los tratamientos, sin embargo, esto ha sido encontrado igualmente encontrado por otros investigadores (16).--

En vista de lo anterior, se procedió a realizar un análisis de eficiencia para los dos parámetros considerados, cuyos datos aparecen en los Cuadros No. 9 y 10. En esos cuadros se puede ver con -- mas evidencia que los promedios, tanto de las alturas como de los pesos verdes, fueron mayores en las plantas que crecieron en suelo exento de nemátodos (testigo), que los promedios alcanzados por -- las plantas que fueron inoculadas con estos. Igualmente se incluyen en estos cuadros los porcentajes de reducción en altura y peso verde ocasionados en las plantas por la inoculación de nemátodos, observándose que dicha reducción alcanzó hasta un 30% en el caso de la altura y de un 29% en el peso verde. Esto indica que algunas veces las diferencias significativas estadísticas no concuerdan con evidentes diferencias biológicas.

Por observación directa pudo notarse que las plantas tratadas -- con nemátodos fueron mas raquíticas, el color del follaje apare----

ció igual al de las plantas testigo, habiendo una disminución considerable en la altura de las plantas como puede apreciarse en la Fotografía No. 1. Al arrancarlas se pudo ver que el sistema radical era pobre y presentaba agallas pequeñas.

Cuadro No. 9: Efecto de la inoculación de diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos en la altura de las plantas y porcentaje de reducción en relación con las plantas testigo.

TRATAMIENTO	Altura promedio (cm.)	Reducción de altura (%)
Plantas Testigo	33.4	00
Plantas Inoculadas	23.4	30

Cuadro No.10: Efecto de la inoculación de diferentes géneros de nemátodos fitoparasíticos en el peso verde de las plantas y porcentaje de reducción en relación con las plantas testigo.

TRATAMIENTO	Peso verde promedio (gr.)	Reducción de peso verde (%)
Plantas Testigo	7.6	00
Plantas Inoculadas	5.4	29

En la fotografía No. 2 se muestra parte del sistema radical de una planta obtenida en una de las fincas muestreadas en el Sur-Occidente. Esto, con el único fin de que el lector tenga una idea del daño que causan los nemátodos del género Meloidogyne en las raíces de las plantas de Cardamomo.



Fotografía No. 1: Plantas sanas (dos de la izquierda)
y plantas enfermas (dos de la derecha).



Fotografía No. 2: Agallas en la raíz causadas por
Meloidogyne sp.

DISCUSION

A. IDENTIFICACION DE GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS Y SU DISTRIBUCION GENERAL EN ALMACIGOS Y PLANTILLAS DE CARDAMOMO.

Analizando los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos observar que los nemátodos que se asocian con el cultivo del Cardamomo, presentan una amplia variedad de géneros. Entre estos se encontraron altas poblaciones de nemátodos de los géneros Meloidogyne y Pratylenchus, que de acuerdo con la literatura consultada, son fuertes patógenos; por lo que pueden representar un peligro potencial para el cultivo.

Otro de los géneros que se encontró en varias de las fincas muestreadas fue Xiphinema, el cual presentó una distribución bastante restringida y un nivel bajo de población; por lo que deducimos que este género quizá no esté causando daño directo al cultivo del Cardamomo, pero indirectamente podemos considerar su aparición como un problema muy serio, principalmente en la costa Sur-Occidental, donde su presencia estuvo asociada con la enfermedad del Virus del Mosaico del Cardamomo, detectada en algunas fincas.

B. EVALUACION DEL DAÑO CAUSADO POR DIFERENTES GENEROS DE NEMATODOS FITOPARASITICOS EN PLANTULAS DE CARDAMOMO.

En vista de que las alturas y los pesos frescos fueron mayores en las plantas testigo con respecto a los alcanzados por las plantas inoculadas con nemátodos, podemos deducir que las poblaciones del orden de 1,200 nemátodos por 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz afectan el desarrollo de las plantas. A pesar de lo anterior, resulta muy difícil establecer un nivel de población bajo el cual pueden ocurrir pérdidas en la producción, pues dicho nivel dependerá de la clase de géneros que estén presentes y del grado de patogenicidad de los mismos. Por otro lado, este nivel también se verá influenciado por las condiciones generales en que se desarrolle el cultivo, de tal manera, que si estas son favorables, las plantas podrán soportar altas poblaciones de nemátodos sin pérdidas aparentes en la producción.

La sintomatología que presentaron las plantas en el ensayo de patogenicidad viene a corroborar las observaciones hechas en el campo de donde se aisló el material que se empleó en las inoculaciones. Se observó la presencia de agallas pequeñas en las raíces y hubo una ligera proliferación de raicillas, las cuales también presentaron agallas bien pequeñas. En general, las plantas no mostraron diferencias muy marcadas en la parte aérea, excepto la altura de las mismas y una muy ligera reducción del diámetro de los pseudotallos.

CONCLUSIONES

De los resultados que se obtuvieron en la realización del presente trabajo se desprenden las conclusiones siguientes:

1. Se encontraron asociados con el cultivo del Cardamomo 7 géneros de nemátodos fitoparasíticos: Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus, Tylenchus, Dorylaimus, Xiphinema y Criconemoides.
2. Los géneros Meloidogyne, Pratylenchus y Helicotylenchus fueron los que presentaron las poblaciones mas altas.
3. Los géneros Meloidogyne, Helicotylenchus y Pratylenchus, respectivamente, fueron los que presentaron la mas amplia distribución.
4. Desde el punto de vista de la abundancia y virulencia; Meloidogyne y Pratylenchus son los nemátodos mas importantes de los 7 géneros encontrados en las áreas bajo estudio.
5. Pudo determinarse que niveles de población del orden de los 1200 - nemátodos por 250 cc. de suelo y 50 gr. de raíz, causaron un efecto negativo en el desarrollo de las plantas.
6. Las fincas cardamomeras que actualmente desarrollan almácigos no - realizan las prácticas sanitarias adecuadas, por lo consiguiente, - se puede asegurar que están contribuyendo a la distribución de nemátodos fitoparasíticos hacia las nuevas áreas de cultivo.
7. La obtención de nemátodos de los géneros Xiphinema y Dorylaimus solo fue posible por el método de Incubación de Raíces en embudos de Baermann, no así por el método de Centrifugación y Flotación con a azúcar. Por lo tanto, a pesar de ser una técnica ya no muy usada, - da muy buenos resultados para extraer nemátodos ectoparásitos, exceptuando los de movimiento lento del género Criconemoides.
8. Los nemátodos del género Xiphinema fueron encontrados comunmente - en las fincas donde se ha detectado la enfermedad del Virus del Mosaico del Cardamomo, por lo que se sospecha que puedan tener alguna relación con la transmisión del virus causante de la enfermedad.
9. La mayoría de almácigos y plantillas muestreadas en las áreas bajo estudio eran afectadas por altas poblaciones de Meloidogyne y Pratylenchus.

tylenchus. Este material se está usando para el establecimiento - de nuevas plantaciones, lo que está contribuyendo a la disemina---ción de estos y otros géneros en las áreas de producción de Cardamomo.

10. Por ser este el primer estudio nematológico que se hace en el cultivo del Cardamomo, es la primera vez que se informa sobre la presencia, identificación y distribución de nemátodos fitopatógenos - en las áreas productoras de Cardamomo en Guatemala.
11. El nivel de tecnología del cultivo del Cardamomo en Guatemala es - bastante bajo, por lo que se justifican todos aquellos trabajos o-rientados a elevar dicho nivel.

RECOMENDACIONES

1. Se aconseja efectuar la propagación del Cardamomo en semilleros y -almácigos con las prácticas fitosanitarias debidas, con el propósito de evitar la diseminación de nemátodos fitoparasíticos hacia las nuevas areas de producción.
2. Resulta conveniente continuar el presente estudio, pues quedan aun muchas interrogantes por ser resueltas, relacionadas con el efecto que nemátodos, como Meloidogyne y Pratylenchus puedan tener en la reducción de la producción.
3. Se recomienda a la vez realizar estudios sobre la distribución en plantaciones definitivas así como la dinámica de poblaciones, ya -- que el presente trabajo y los que se hagan posteriormente serán la pauta para el control de nemátodos en el Cardamomo.
4. Se recomienda hacer estudios sobre el Virus del Mosaico del Cardamomo, pues se tiene la sospecha de que pueda guardar cierta relación con la presencia de nemátodos del género Xiphinema, en las fincas donde pudo detectarse esta enfermedad.
5. Se recomienda a los agricultores que se dedican al cultivo del Cardamomo que se organicen de manera adecuada, para que, como entidad colectiva puedan atacar mas eficientemente los problemas fitosanitarios que afronta el cultivo en general.

BIBLIOGRAFIA

1. AMEZQUITA, MIGUEL O. Técnicas de Producción Utilizadas en el Cultivo del Cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.) según Tamaño de la Explotación en Alta Verapaz. Tesis-Ing. Agr. Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1,978. --- 58 p.
2. ANONIMO. Bajan los precios del Cardamomo. En: "Revista Cafetalera". Guatemala. Asociación Nacional del Café, ANACAFE, 1972. 62 p.
3. _____. Cultivo del Cardamomo. Guatemala. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, INTECAP. Boletín DCE-80 (mimeografía do). 1,978. 6 p.
4. _____. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes. St. Albans, England. Commonwealth Institute of Helminthology, 1973. Seven Set.
5. _____. Informe Económico. Guatemala. Banco de Guatemala. 1,973. - 46 p.
6. CHRISTIE, J.R. Nemátodos de los Vegetales, su Ecología y Control. México. Editorial Limusa, S.A., 1,976. 275 p.
7. DE LA CRUZ, J. RENE. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala - basada en el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal, INAFOR, 1,976. 24p.
8. ECHANDI, EDI. Manual de Laboratorio para Fitopatología General. México. Herrero Hermanos, Sucesores, S.A., 1971. 59 p.
9. GONZALEZ, ERNESTO. Cultivo del Cardamomo. Guatemala. Ministerio de Agricultura. s.f. 13 p.
10. GONZALEZ, LUIS CARLOS. Introducción a la Fitopatología. Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1977. 148 p.
11. HERNANDEZ, OSCAR V. Apuntes Básicos sobre Fitonematología. Guatemala. Departamento de Sanidad Vegetal, 1,979. 23 p.
12. JENKINS, W.R. and TAYLOR, D.P. Plant Nematology. New York. Reinhold Publishing Corporation, 1,967. 270 p.
13. LOOP, P.A.A. Table of Tilenchida. Holand. Landbouwhogeschool Wageningen Afdeling Nematologie, 1,975. 18 p.
14. MAISTRE, J. Las Plantas de Especies; Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Traducido por Asunción Carmona. Barcelona. Editorial Blume, 1,969. 272 p.

15. MERFI, J.F. Cardamomo. En: Revista "VERAPAZ". Cobán, A.V., Guatemala, 1,977. 86 p.
16. MONTERROSO S., DAVID. Estudio de los Nemátodos que atacan al Café (Coffea arábica L.), su Distribución en Puerto Rico y Algunas Alternativas de Control. Tesis-Maestro en C.C. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, 1,973. 112 p.
17. MUNDO O., MANUEL. Estudios sobre Control, Razas Fisiológicas y Algunas Plantas Hospederas del Nemátodo "Barrenador" Radopholus similis (Cobb) Thorne en el Estado de Tabasco. Tesis-Maestro en C.C. México. Colegio Superior de Agricultura Tropical, 1,977. 68 p.
18. PRAMER, D. and SCHMIDT, E.L. Experimental Soil Microbiology. New York. Burgess Publishing Company, 1964. 107 p.
19. SAVARY, A. Nemátodos. En: "La Defensa de las Plantas Cultivadas". Barcelona. Ediciones Omega, S.A., 1,971. pp. 71-75.
20. THORNE, G. Principles of Nematology. New York. McGraw-Hill Book Company Inc., 1,961. 553 p.
21. WALKER, J.C. Patología Vegetal. Traducción de la 2a. ed. por A. Aguirre. Barcelona. Ediciones Omega, 1,957. 707 p.
22. ZAVALETA M., EMMA. Exploración Nematológica en los Campos Cultivados con Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) en el Municipio de Huimanguillo, Tab. y Pruebas de Patogenicidad con Diferentes Niveles de Población de Nemátodos Fitoparasíticos en Caña de Azúcar. Tesis-Biólogo. México: Universidad Autónoma de Morelos, 1,975. 49 p.
23. ZUCKERMAN, B.M. et. al. Plant Parasitic Nematodes; Volume I: Morphology, Anatomy, Taxonomy and Ecology. New York. Academic Press, 1,971. 345 p.

Marina Guerra de Jerez
 Liada. en Bibliotecología
 Col. No. 470

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	
Asunto	
	

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO

