

01
T(181)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Reconocimiento de Géneros de Nemátodos
que Parasitan el Café
en la Zona Sur de Guatemala

TESIS

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Presentada

a la

Honorable Junta Directiva

de la

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

por

JOSE GUILLERMO PACHECO DE LEON

En el Acto de su Investidura de:

INGENIERO AGRONOMO

Asesorado por:

Dr. Marco Antonio Orellana



Guatemala, Octubre de 1962.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

JOSE GUILLERMO PACHECO DE LEON

RECONOCIMIENTO DE GENEROS DE NEMATODOS QUE
PARASITAN EL CAFE EN LA ZONA SUR DE GUATEMALA

GUATEMALA, C. A., OCTUBRE DE 1962

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Ing. Marco Tulio Urizar
Vocal 1o.	Ing. Eduardo Goyzueta
Vocal 2o.	Ing. Mario Molina Llardén
Vocal 3o.	Lic. Héctor Chacón Pazos
Vocal 4o.	Br. Julio Melgar
Vocal 5o.	Br. Luis Felipe Escobar C.
Secretario	Ing. René Castañeda

Tribunal que practicó el Examen General Privado:

Decano	Ing. Marco Tulio Urizar
Vocal 1o.	Ing. Eduardo Goyzueta
Examinador	Ing. Marco A. Flores
Examinador	Ing. Mario Martínez
Secretario	Ing. Ovidio Amaya G.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de presentar a vuestra consideración, como último requisito previo a optar el título de INGENIERO AGRONOMO, el presente trabajo de tesis intitulado "RECONOCIMIENTO DE GENEROS DE NEMATODOS QUE PARASITAN EL CAFE EN LA ZONA SUR DE GUATEMALA".

Deseo sinceramente con estas experiencias combinadas de campo y laboratorio, poder colaborar en una forma directa con nuestros agricultores y con los estudiantes de las disciplinas agrícolas, a fin de que los primeros se enteren en forma objetiva de la presencia de nemátodos en las plantaciones de café y, los segundos, puedan llegar a interesarse por investigar a estos parásitos que están llamando la atención de cientos de investigadores en todo el mundo.

Quiero que se me permita también esta oportunidad para pedir un público reconocimiento para mi asesor, el Doctor Marco Antonio Orellana, por su valiosa orientación que me brindara, así como por su manifiesta preocupación por cumplir con responsabilidad, la misión que le fuera encomendada por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía.

Os ruego, Honorables Miembros de la Junta Directiva y Tribunal Examinador, aceptar mi respetuoso saludo y la oportunidad para suscribirme como vuestro deferente servidor.

He dicho.

DEDICATORIA:

A mi madre:

María del Rosario Pacheco

Con amor filial.

A mi esposa:

Marta Pilón de Pacheco

Con profundo reconocimiento por su
colaboración en este trabajo.

A la memoria de mi tío:

Emilio Pacheco

Por sus enseñanzas y consejos.

A mis hijos con todo cariño

*A mis catedráticos, compañeros y amigos de la Fa-
cultad de Agronomía.*

*A mis amigos y compañeros de armas en el Ejército
Nacional*

*Y a todos los hombres libres de la tierra, que traba-
jando en la agricultura, están forjando el porvenir
de la humanidad.*

S U M A R I O:

INTRODUCCION

HISTORIA

IMPORTANCIA ECONOMICA

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS NEMATODOS

DAÑOS CAUSADOS POR LOS NEMATODOS PARASITICOS
EN LAS PLANTAS DE CAFE

RECOLECCION DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO PARA
LA EXTRACCION DE NEMATODOS DEL SUELO Y
RAICES:

- a) Equipo usado en el campo;
- b) Manera de tomar las muestras;
- c) Envío de muestras al laboratorio;
- d) Equipo para el procesamiento de muestras;
- e) Manera de procesar las muestras de suelo y raíces;
- f) Técnicas de fijación y montaje de nemátodos para su identificación en el microscopio.

CUADRO DE REPORTE DE GENEROS DE NEMATODOS
ENCONTRADOS EN EL SUELO Y RAICES

CLASIFICACION ZOOLOGICA DE LOS GENEROS DE NEMA-
TODOS ENCONTRADOS

DESCRIPCION DE LOS GENEROS:

- a) Helicotylenchus;
- b) Pratylenchus;
- c) Meloidogyne;
- d) Criconemoides;
- e) Aphelenchus.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICE DESCRIPTIVO PARA EL CONTROL DE
NEMATODOS

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

En nuestros suelos, como en todos los suelos del mundo, existe una extraordinaria cantidad de seres que allí viven, se nutren y reproducen en cantidades asombrosas.

Dejando a un lado bacterias y hongos microscópicos, representantes del reino vegetal, el reino animal está representado por gran variedad de protozoos, rotíferos, oligoquetos, NEMATODOS, insectos, etc., que pueblan en común asociación, las capas más superficiales de la tierra.

En una u otra forma, estos seres tienen relación con el hombre, los animales superiores y las plantas.

En Guatemala ya no es un secreto que los nemátodos están invadiendo una serie de cultivos económicos como el café, el algodón, el tabaco, el tomate, la caña de azúcar, el kenaf, etc., que representan medios de subsistencia y fuentes de divisas para el país.

En esta oportunidad, concretamente nos vamos a referir al caso de los nemátodos parasíticos del café, a sabiendas de que el mismo procedimiento y métodos empleados en este trabajo, pueden aplicarse para el conocimiento de otros géneros parasíticos de otras especies de plantas.

De unos años a esta parte, mucho se ha hablado y escrito en periódicos y revistas sobre esta materia. Muchas han sido las especulaciones que se han hecho sobre este tema de actualidad y, la misma ciencia de la nematología, por ser relativamente nueva, ha fascinado a los hombres de ciencia y ha despertado la inquietud de los amantes de la investigación.

El caso es que hasta la fecha no se han llevado a cabo en nuestro país, trabajos serios que vengan a aportar luz a los preocupados caficultores. Esporádicamente han aparecido trabajos presentados en conferencias científicas en el exterior sobre los nemátodos del café de Guatemala, hechos por fitopatólogos o nematólogos durante visitas fugaces a nuestro país. Estos trabajos desafortunadamente, aunque realizados por famosas personalidades científicas, han dejado muchas dudas sobre sus conclusiones.

En este trabajo de tesis no se pretende dar a los caficultores la solución del problema de los nemátodos parasíticos del café; nuestra intención es, en primer lugar, hacer resaltar la importancia de la necesidad de conocer mejor a estos vermes; en segundo término, divulgar su existencia y nocividad, así como las técnicas de campo y laboratorio y, por último, incitar a los agricultores y a las autoridades de agricultura para que el problema de los nemátodos en general, se investigue a fondo.

Considerando que los estudios de epidemiología y sistemática requieren por parte de quien los ejecuta, un conocimiento más profundo sobre los nemátodos, así como equipo especial, fondos y tiempo suficientes, factos éstos no prevalecientes por el momento, nosotros hemos llegado en este trabajo, hasta la identificación de géneros, es decir, al paso preliminar para la determinación de las diferentes especies parasíticas del café.

En nuestro afán de divulgar lo concerniente a las posibilidades de control de los nemátodos, hemos agregado al final de este trabajo de tesis, un apéndice que contiene experiencias y métodos para su control, en una forma sencilla y de fácil comprensión que puede ser ejecutada por los propios caficultores.

Agradecido por la colaboración que me brindaron los señores propietarios de las fincas donde se tomaron las muestras de suelo y raíces de café que me llevaron a los resultados aquí expuestos, pido excusas anticipadas por las críticas que de este trabajo se originen, convencido de que si bien mi intención ha sido aportar luz al problema de los nemátodos, no he pretendido con ello encontrar la solución total por considerarla imposible.

HISTORIA

Se tiene conocimiento que la existencia de los nemátodos ya era conocida por los antiguos, aunque no la comprendían. Los escritos de papiro encontrados en las tumbas de los faraones, su mención en la biblia como "la fiera serpiente de los israelitas" y, en documentos griegos de la era pre-cristiana, hacen suponer que estos vermes no habían pasado inadvertidos.¹

Sin embargo, si bien es cierto que el hombre conocía o tenía noticias sobre los nemátodos nocivos a su propio organismo y al de los animales domésticos, seguramente ignoraba la existencia de otras especies microscópicas dañinas a las plantas.

No fue sino hasta mediados del siglo XVII, con el invento del microscopio, cuando se llegó a conocer a estos parásitos que en miríadas pueblan la faz de la tierra.

En el año de 1743, Needham² descubrió el nemátodo del trigo, siendo este el primer nemátodo parasítico de las plantas que llamó la atención a los primeros investigadores. Needham, al disectar lo que él creía era un grano de trigo, removió lo que le parecía ser una masa fibrosa inanimada. Cuando la humedeció, notó que estas fibras principiaban a moverse. Lo que había disectada no era otra cosa que una ampolla o agalla del nemátodo del trigo y lo que parecían fibras inanimadas, eran las larvas dormantes de este parásito, en su segunda etapa. Como es de suponer, esta observación despertó gran interés y creó algunas discusiones; pero no porque un nemátodo parasítico de las plantas hubiera sido descubierto, sino porque se discutía la posibilidad de que la observación hecha por Needham fuera sobre la generación espontánea de los nemátodos.

En 1855, Berkeley² identificó a un nemátodo de nudo en la raíz. Se trataba de la especie *Meloidogyne*, que era el causante de las ampollas o agallas en las raíces de las plantas de pepino que se cultivaban en los invernaderos de Inglaterra.

El primer estudio comprensivo sobre los nemátodos de vida libre fue publicado por Bastian en 1865, hace casi un siglo²

Estos primeros estudios e investigaciones se hicieron como una especie de ejercicios científicos sin pretenderse que fueran de alguna importancia práctica.

Sin embargo, la labor de investigación pronto dió sus resultados prácticos y beneficiosos, cuando pudo determinarse que los nemátodos eran capaces de afectar seriamente la economía agrícola de un país. Esto sucedió a mediados del siglo XIX, cuando el nemátodo de la remolacha azucarera fue una seria amenaza para la industria azucarera en la Europa central.

Todos estos acontecimientos han venido a interesar a los investigadores y hoy en día la Nematología es una ciencia en la que colaboran unos cincuenta nematólogos, distribuidos en diferentes países del mundo.

La lucha continúa árdua, por considerarse el problema de los nemátodos un campo nuevo y hasta desconocido donde se requiere la colaboración de hombres de inflexible voluntad para luchar contra estos helmintos que día a día destruyen nuestros cultivos.

Afortunadamente, en Guatemala ya existen instituciones que han empezado a hacerle frente a esta plaga y esto debe de alentarnos. Que nuestro lema sea luchar incansablemente para combatir y controlar a los nemátodos parasíticos de las plantas.

-
1. All About Nematodes. B. G. Chitwood. Proceedings of the Shell Nematology Workshop - Orlando, Florida, U.S.A. August 21 and 22, 1957. Pág. 21.
 2. Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. J. R. Christie. Agricultural Experiment Station, University of Florida, Gainesville, Fla., U.S.A. 1959. Pag. 2 & 3.

IMPORTANCIA ECONOMICA

Los daños ocasionados a las plantas cultivadas por los nemátodos parasíticos, así como las grandes pérdidas en las cosechas, han llamado la atención de los nematólogos del mundo y de miles de agricultores que han podido darse cuenta del perjuicio que estos parásitos ocasionan a la agricultura en general.

Por la gran difusión de los nemátodos en la corteza terrestre, podemos imaginar que las pérdidas producidas por ellos en todo el mundo, ascienden a cantidades fabulosas muchas veces increíbles.

En los Estados Unidos, los nemátodos están esquilmando actualmente alrededor de 30 especies importantes de plantas cultivadas y el daño se calcula entre los cien y los mil millones de dólares anualmente.³

Podemos citar como ejemplo, el caso del nemátodo dorado (*Heterodera rostochiensis*) que ataca a la papa y que procedente de Europa, hizo su aparición en los Estados Unidos allá por el año de 1941. Cinco años más tarde, después de haberse reconocido su presencia en dos granjas de Long Island, New York, ya se había extendido el ataque a treinta y nueve granjas más.⁴

Para hacerle frente al problema, la Secretaría de Agricultura y el Estado de Nueva York, se asociaron para controlar al nemátodo dorado. Se dieron a la tarea de revisar los cargamentos de papas, esterilizar la semilla, fumigar los suelos con sustancias químicas, limitar las cosechas y tomar todas aquellas medidas fitosanitarias indispensables. Sin embargo, ya en el año de 1955, la infestación de nemátodos se había extendido a 300 granjas con un área de 5,000 hectáreas.

En Europa, este mismo nemátodo ha infestado los suelos a tal extremo que en los lugares destinados al cultivo de la papa, únicamente se puede hacer una siembra económica cada cuatro u ocho años.

Los daños que estos nemas ocasionan, se multiplican porque al perforar las raíces con su potente estilete, abren la puerta para que hongos, bacterias y otros microorganismos penetren produciendo la podredumbre de la raíz atacada. Esto fue lo

que sucedió en Florida cuando se observaron plantas de la familia de las auranciáceas, con las raíces completamente podridas debido al ataque del nemátodo barrenador. Cuando este nemátodo fue encontrado como el causante de la "decadencia creciente" en estas plantas, ya se había difundido en unas 1,300 plantaciones, ocasionando pérdidas por muchos millones de dólares.

En Guatemala, puede decirse que es rara la finca cultivada con café que se encuentre completamente libre de la presencia de nemátodos parásitos.

Si el conocimiento de los nemátodos estuviera más generalizado entre nuestros agricultores y se les prestara la atención que merecen, por constituir un factor limitante en la producción, se podrían hacer estudios para su control económico con la seguridad de que los daños se verían reducidos y, como consecuencia, las pérdidas serían menores.

Al sumar las pérdidas ocasionadas por la baja producción del café debido a la presencia de nemátodos parásitos, con las pérdidas en otros cultivos comerciales como el algodón, la caña, etc., por la misma causa, estamos seguros que dicha suma ascendería a muchos miles de quetzales por año agrícola lo que a no dudar, va en perjuicio directo de la economía nacional.

-
3. El Caso del Terrible Nemátodo. Charles Morrow Wilson. Selecciones del Reader's Digest, Abril de 1960. Pág. 57-60.
 4. Golden Nematode Handbook. U.S. Agricultural Research Service, Hicksville, L. I., N. Y. July 1954. Introduction.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS NEMATODOS

Los nemátodos parasíticos de las plantas (especialmente los de las raíces), son seres microscópicos de cuerpo elongado, cilíndrico, con extremos adelgazados, a excepción de las hembras de algunas especies que tienen forma de pera. No son segmentos y se encuentran cubiertos por una cutícula quitinosa muy fina, transparente y flexible.

ESTRUCTURA DE UN NEMATODO MACHO PARASITICO EN PLANTAS. (Fig. No. 1).

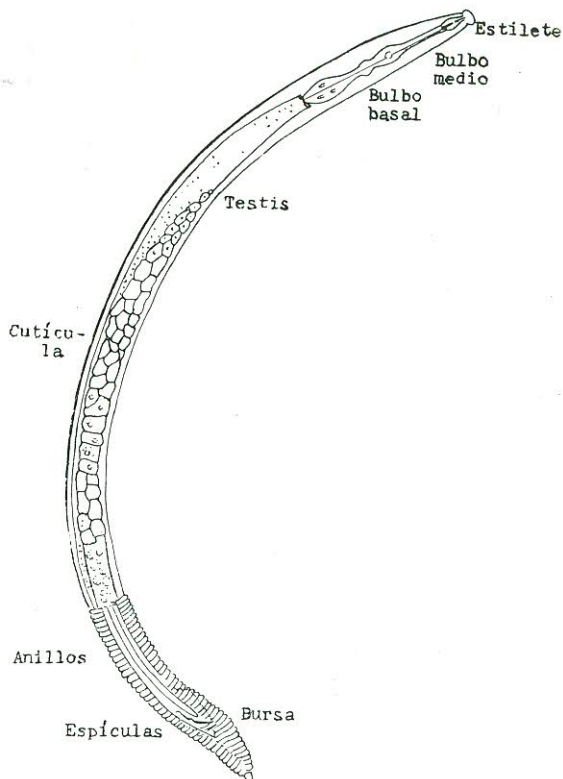


Figura No. 1.

La cabeza es una de las partes del cuerpo que más nos interesan cuando se trata de nemátodos parasíticos porque en ella va alojado el estilete, que es un órgano en forma de aguja hipodérmica cuya función es punzar las raíces para alimentarse de los jugos celulares. El estilete también le sirve para introducir en los tejidos de la planta atacada, una sustancia tóxica que mata los tejidos vecinos produciendo manchas necróticas en el área perforada. Estas perforaciones constituyen puertas de entrada a infecciones posteriores causadas por hongos y bacterias.

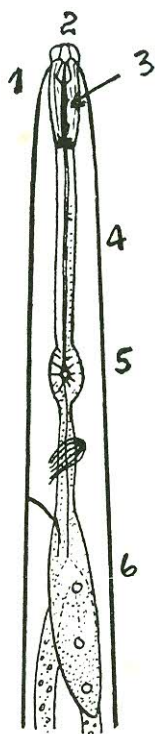


Figura No. 2.

Observamos la cabeza (1) con sus labios (2) y estilete (3), de un nemátodo del género *Helicotylenchus*. A continuación el esófago (4) y luego el bulbo esofágico (5) y por último, la región de los intestinos (6).

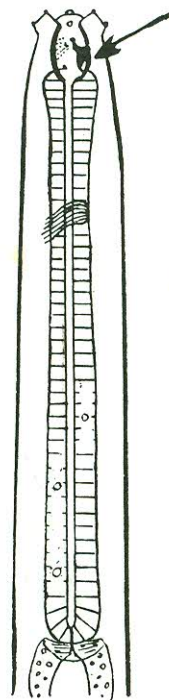


Figura No. 3.

Vemos la parte anterior de un nemátodo no parasítico, del género *Mononchus*. La flecha señala a un poderoso diente del que se aprovecha para rasgar a otros nemátodos de los que se alimenta. Como se ve, carece de estilete y sus labios están dispuestos para atrapar. Posee un esófago poderosamente musculoso, dispuesto para efectuar fuertes succiones.

La cabeza de los nemátodos está formada por labios en número de seis, los cuales en algunas especies están completamente modificados. Los labios están provistos de papilas, una apical y dos laterales, las cuales pueden ser modificadas cuando cambia la estructura de los labios. En la región de cada labio lateral, pero detrás de la cara anterior, hay a cada lado de la cabeza, un órgano en forma de poro que se conoce como "amphid" que actúa como un órgano quimiorreceptor, con nervios sensitivos. En los labios también pueden haber pelos o setas que posiblemente tengan funciones sensoriales.

A partir de la —cavidad bucal o estoma que es parte del canal alimenticio, encontramos en su orden al esófago, intestino, recto y ano.

El estoma puede ser sencillo o formado por un tubo simple, una lanceta o por una cavidad complicada con pseudodientes, dispuestos para cortar o rasgar.

El esófago posee una región fuertemente musculosa modificada, el bulbo esofágico que junto con todo el esófago está especializado para bombear el alimento al cuerpo, es decir, desde la boca hasta el intestino, el cual se encuentra fuertemente desarrollado en los nemátodos parasíticos. Tiene cutícula trirradiada y una estructura glandular sencilla, conteniendo tres glándulas: una dorsal y dos sub-ventrales.

Entre el esófago y el intestino hay una serie de células trirradiadas, formando la válvula esofágica intestinal que se proyecta dentro de la primera parte del intestino.

El intestino es celular, tiene un tubo cuyas paredes son de una célula de grosor. Cada célula tiene un núcleo y protoplasma granular en el que hay cuerpos alimenticios y glóbulos de grasa, que son resultado de procesos metabólicos, tanto en los nemátodos de vida libre como en los nemátodos parasíticos.

El intestino da al recto que está cubierto por la invaginación de la cutícula del cuerpo y abre en el ano.

La cutícula es la capa exterior que envuelve al cuerpo. No siendo de tipo celular, está formada por tres capas. Puede ser lisa en la superficie; pero a veces tiene estrías transversales en las superficies dorsales y ventrales, encontrándose en las laterales los llamados campos laterales que en algunas especies son más prominentes que en otras.

Los nemátodos crecen pasando una serie de mudas, donde la cutícula y varias estructuras formadas en ella como las papilas, boca y cubierta del recto, se mudan siendo reemplaza-

das por estructuras nuevas. Como regla general, desde el huevo hasta el estado adulto, los nemátodos sufren cuatro mudas. Cuando se efectúan estas mudas, los nemátodos maduran sexualmente a su vez.

En algunos casos, la cutícula del segundo estado larvario se retiene, como medio de protección, cuando se presentan períodos de sequía en el medio donde viven.

Los músculos del cuerpo de los nemátodos están dispuestos en grupos: dorsales, medianos y ventrales, existiendo los músculos especiales como los que conectan con el ano, vulva, los retractores de la espícula y los de la región del rabo del macho, mediante los cuales se ayudan para la copulación.

Los nemátodos no tienen sistema respiratorio-circulatorio; pero el cuerpo tiene un líquido que baña los diferentes órganos y esto viene a reemplazar las funciones circulatorias y respiratorias.

El sistema nervioso lo constituye principalmente, un anillo de nervios que descansa a través de la región del istmo del esófago. Al anillo nervioso que rodea al esfínter están asociados una serie de seis nervios principales que corren en la parte anterior del cuerpo y que encierran las papilas de la cabeza y otros órganos táctiles de la cabeza.

En el rabo están localizados un par de órganos laterales, uno a cada lado del cuerpo, llamados "phasmides", que tienen función sensorial. Están localizados en los campos laterales y consisten en unos conductos cortos que se abren en la superficie de la cutícula que da a una célula pequeña.

Los órganos de la reproducción o gonadas, contenidos en la cavidad del cuerpo, algunas veces apareados en las hembras, se abren por un orificio ventral llamado vulva. En el macho pueden ser sencillos o dobles pero con un sólo gonoconducto que abre al recto para formar una cloaca común.

La reproducción en sí, se verifica por medio de huevos que la hembra deposita en las raíces o en el suelo. Estos huevos son microscópicos, lo cual es muy importante recordar para el control fitosanitario que se lleva a cabo especialmente con las semillas donde pueden ir alojados miles de huevecillos y transportarse de un país a otro.

Es admirable la estructura de estos seres microscópicos que viven diseminados en el mundo entero.

*Formas de vida de los nemátodos.*⁵

Las especies de nemátodos parasíticos viven en el suelo y especialmente en las raíces; pero pueden encontrarse en tallos, hojas, frutos o semillas de muchas plantas cultivadas y silvestres.

Algunas especies pueden resistir grandes sequías y vivir por muchos años en estado de aletargamiento, volviendo a la actividad al encontrar ambiente favorable. Se encuentran algunas especies viviendo en aguas calientes y fuentes termales así como en mares polares donde la temperatura está constantemente bajo punto de congelación.

Afortunadamente sólo un 10% de las especies, son parásitas de las plantas, otras se alimentan de microorganismos de la descomposición, de seres parásitos superiores y de otros nemátodos como el caso del *Mononchus*.

*Difusión.*⁵

Los nemátodos, con unas 10,000 especies diferentes, se calcula que son los seres más variados y diseminados del reino animal, y aunque raras veces los vemos, existen especies que se encuentran ocupando todas las regiones de la tierra, desde la tundra polar hasta el océano tropical más profundo.

*Medios de transporte o locomoción.*⁵

Careciendo de órganos para la locomoción, los nemátodos se trasladan de un lugar a otro, mediante movimientos ondulatorios del cuerpo; pero es de suponerse que en esta forma no podrían caminar grandes distancias.

Para su diseminación colabora el hombre con sus instrumentos de labranza; la maquinaria agrícola es otro medio de transporte de nemátodos. El agua, el aire, los pájaros, los animales y todo ser u objeto que tenga movimiento puede ser el medio de diseminación de los nemátodos.

Es así como los nemátodos encontrados en las copas de árboles gigantes, han sido llevados allí por los pájaros o animales silvestres arborícolas. El aire cuando levanta cantidades

de partículas del suelo, también está levantando huevos o quistes de nemátodos que transporta a grandes distancias. El agua de lluvia o de riego al escurrirse sobre el suelo también ayuda a diseminar los nemátodos.

Como puede verse, son ilimitados los medios de que se valen los nemátodos para trasladarse y de allí que no sea tan sencillo evitar la propagación de estos vermes y su difusión por toda la tierra.

-
5. Nematodes and Their Relationships. Por N. A. Cobb. (From Yearbook of Department of Agriculture for 1914). Pags. 457-490.

DAÑOS OCASIONADOS POR LOS NEMATODOS A LAS PLANTAS DE CAFE

Antes de principiar una descripción más detallada de los daños que los nemátodos ocasionan a las plantas de café, deseo mostrar el efecto de su ataque con las dos fotografías siguientes. En la fotografía número uno, vemos un cafetal completamente sano y libre del ataque de nemátodos. En la número dos, observamos otro, infestado por nemátodos.



Fotografía No. 1.

El amarillamiento, caída de las hojas y el enanismo de las plantas, son a veces signos característicos para reconocer la infestación.



Fotografía No. 2.

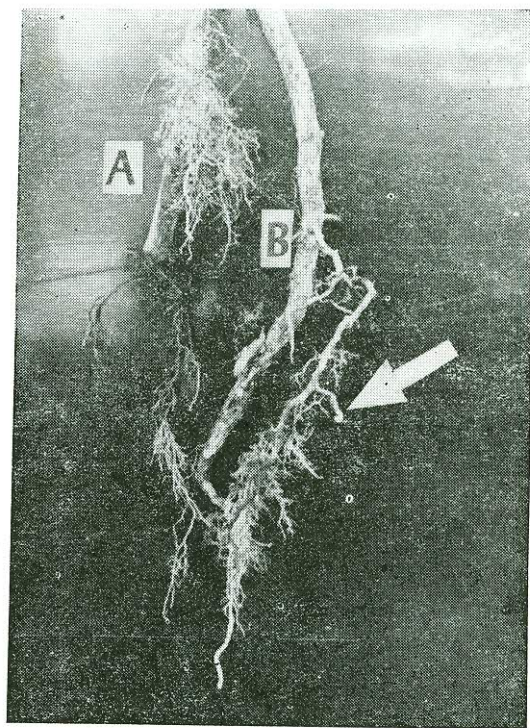
Los nemátodos en general, por su diversidad de especies y formas de vida, adaptadas a diferentes medios, atacan a las plantas en sus raíces, tallos o ramas, hojas, frutos y semillas. Se encuentran hasta en los árboles más altos causando hinchazones, agallas, exudaciones, secreciones, etc.

En las plantas de café el principal daño que ocasionan los nemátodos parasíticos es de carácter mecánico, porque estando armados de un potente estilete semejante a una aguja hipodérmica, infieren lesiones en los tejidos de la raíz principalmente para alimentarse de los jugos celulares. Los tejidos alrededor de la lesión reaccionan cuando al ser perforados reciben la secreción de una sustancia tóxica que los nemátodos inyectan en el momento de introducir su estilete. Esta secreción afecta los tejidos en diferentes maneras. Cuando un nemátodo se alimenta de la punta de una raíz, el efecto en muchos casos es la supre-

sión de la célula de división del meristemo apical, y, por lo tanto, la raíz deja de crecer, formando entonces la planta para su defensa, una red de raicillas en forma de cabellera como puede verse en la raíz marcada con una "A" en la fotografía No. 3.

Muchos nemátodos al alimentarse matan los tejidos circundantes y causan una lesión necrótica, en algunas ocasiones pequeña; pero en otras, de tamaño apreciable.

La reacción de los tejidos circundantes debido a las secreciones eyaculadas por estos parásitos sedentarios, como los

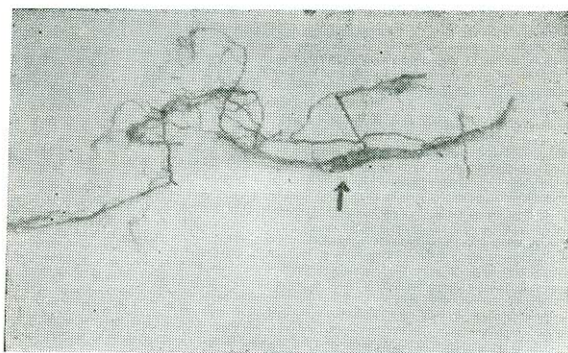


Fotografía No. 3.

En la raíz marcada con una "A", de la izquierda, vemos una cabellera de raicillas por la destrucción de la pivotante. En la raíz marcada con una "B", han desaparecido las raíces secundarias. Con la flecha señalamos un nudo visible causado por nemátodos del género *Meloidogyne*.

nemátodos de nudo en la raíz, es variada y complicada. Las células de la pared cerca de la cabeza del parásito, pueden que sean destruidas y algunas células adyacentes pueden unificarse para formar lo que se llama una célula gigante.

Más allá del parásito, las células sufrirán una hipertrofia y proliferación resultantes de una hinchazón o agalla como puede verse en la fotografía No. 4.



Fotografía No. 4.

Observamos donde marca la flecha, una hinchazón o agalla ocasionada por el ataque de nemátodos en ese punto

Las perforaciones que los nemátodos hacen en las raíces, son puertas de entrada a otras infecciones provocadas por hongos o bacterias que terminan destruyendo completamente la raíz

Los síntomas de la lesión de los nemátodos pueden compararse con los producidos por cualquier causa que prive a la planta de un sistema radicular normal.

Las plantas atacadas por nemátodos pueden ser fácilmente reconocibles por observación superficial cuando vemos su follaje amarillento, falta de vigor, fácil desprendimiento de la planta del suelo con sólo empujarla, poca resistencia a la sequía, atraso en la floración, producción bajísima y enanismo.

La observación sobre retardo en la floración me ayudó mucho para tomar muestras en plantas sospechosas. Pude comprobar que gran cantidad de plantas de floración tardía o escasa estaban atacadas por nemátodos.

Si en el suelo existe deficiencia de elementos nutritivos, las plantas atacadas por nemátodos lo manifiestan con mayor intensidad. Asimismo su reacción al estímulo de aplicación de fertilizantes químicos casi no se nota cuando las plantas están severamente infestadas. En cambio, sí se vieron resultados favorables cuando se aplicó materia orgánica suficiente.

El debilitamiento de la planta se debe a un trastorno en su función fisiológica por la destrucción de sus raíces y al gasto de energía en producir nuevas raíces para defenderse y poder subsistir.

En resumen, los daños que los nemátodos ocasionan a las plantas de café, se traducen en una baja en la producción que hacen antieconómico el cultivo.

RECOLECCION DE MUESTRAS Y PROCESAMIENTO PARA LA EXTRACCION DE NEMATODOS VIVOS DEL SUELO Y RAICES

a) EQUIPO USADO EN EL CAMPO:

El equipo indispensable que usamos en el campo consistió en una pala recta y angosta, una tijera de podar, un machete, una navaja o cuchillo, bolsas de polietileno con capacidad para 5 libras o frascos de vidrio con tapadera roscada, etiquetas, lápices y tablilla para portar el cuadro de control de muestras.

En la etiqueta únicamente se escribirá el número de la muestra, el nombre de la finca y la fecha en que se tomó.

Con el propósito de poder obtener en el futuro la colaboración de los agricultores en la recolección de muestras y su envío al laboratorio, he considerado importante dar a continuación, la manera de tomar las muestras y su envío al laboratorio.

b) MANERA DE TOMAR LAS MUESTRAS:

La toma de muestras en el campo, constituye una labor mecánica sencilla. Requiere únicamente que la persona encargada de hacer este trabajo, esté familiarizada en reconocer por observación superficial, las plantas que pudieran estar infestadas por nemátodos.

1. *DEL SUELO:*

Cuando se ha recorrido una plantación y se ha reconocido una área sospechosa, se procede a seleccionar las plantas una por una para tomar las muestras. Se principia por limpiar de malezas o basuras el pie de la planta, luego a una distancia de unos 30 centímetros de la base del tronco se introduce verticalmente una pala recta y angosta, como puede verse en la fotografía No. 5.

Modelo de un cuadro para control de muestras en el campo.

NO. DE MUESTRA	NOMBRE DE LA FINCA	LOCALIZACION	ALTURA	CULTIVO	AREA CULTIVADA	FECHA DE LA OBSERVACION

Observaciones:

.....

Nombre del observador.



Fotografía No. 5.

Obsérvese cómo con la ayuda del pie, se introduce verticalmente la pala recta y angosta que se utiliza para la toma de muestras de suelo.

Se profundiza la pala unos 15 ó 20 centímetros aproximadamente, se hace palanca para abajo con el brazo de la pala para lograr que el suelo aflore, tomándose en seguida, tres puñados de suelo, así: uno de la punta, otro del medio y el último de la base de la pala.

Este suelo, así como las raicillas que estén con él, se colocan en una bolsa de polietileno o en un frasco de vidrio de tapadera roscada.

En seguida el recolector de muestras pasa a otra planta sospechosa donde repite la operación, colocando el suelo y raicillas en la misma bolsa o frasco hasta completar unas dos libras. Se cierra la bolsa con una pita de la cual penderá una etiqueta donde se anotan todos los datos necesarios para la identificación de la muestra tomada. Estas muestras tomadas en esta forma, se preparan para su envío al laboratorio conforme las indicaciones que damos más adelante.

2. DE LAS RAICES.

Para tomar muestras de raíces especialmente, es necesario en algunos casos, separar la planta del suelo. Debe procu-

rarse que las raíces no sean arrancadas bruscamente sino sacadas cuidadosamente del suelo para evitar rupturas. Tampoco deben golpearse o exponerse al sol.

Como algunos de los nemátodos parásitos en el café provocan nudosidades en las raíces, debe observarse este detalle que delata la presencia de este género de nemátodos.

Lo que más interesa son las raicillas que se cortan con tijera de podar, se introducen en una bolsa de polietileno a la cual se le ata su etiqueta de identificación para su envío al laboratorio.

En los casos en que sea necesario enviar enteras todas las raíces, se corta la planta a una altura de unos 15 centímetros del suelo y se saca con cuidado procurando que conserve intacta toda la parte radicular y unas dos o tres libras del suelo de su alrededor. Suelo y raíces se envuelven bien en papel parafinado procurando formar un pilón. Se amarra, se coloca su etiqueta y luego se envía al laboratorio. En caso no se disponga en el campo de papel parafinado, puede recurrirse a hojas de banano o a cualquier otro material disponible, siempre que no se deteriore fácilmente cuando sea transportada la muestra.

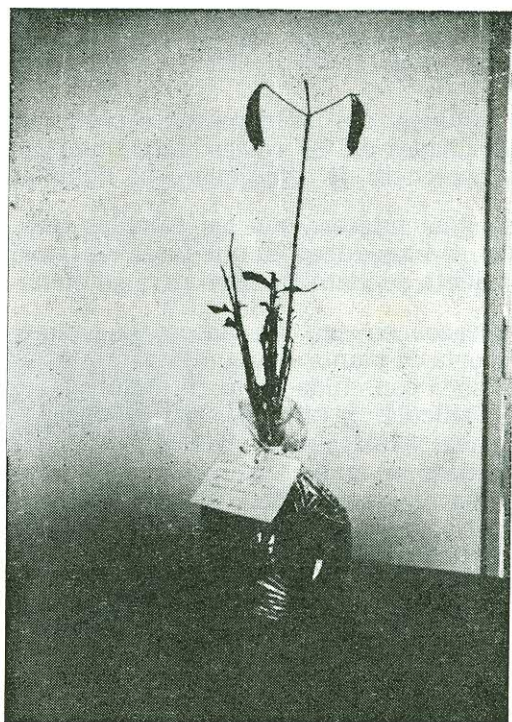
c) ENVIO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

Las muestras tomadas en el campo para que sean representativas, no deben demorarse en su envío al laboratorio. Se procurará que durante su transporte no se deterioren ni se expongan al sol.

Cuando se envían muestras en un largo viaje donde posiblemente habrán cambios de temperatura, conviene colocar las bolsas todas juntas dentro de una caja de madera, poniéndole en la superficie, bolsas de polietileno con cubitos de hielo, o en su defecto, papel humedecido u hojas frescas.

Cuando se desea hacer un reconocimiento de nemátodos en plantas de almácigo, pueden tomarse unas diez plantitas al azar con una porción del suelo de su alrededor, poniéndolas todas juntas en una sola bolsa como puede apreciarse en la fotografía No. 6.

Recibidas las muestras en el laboratorio, se procederá a registrarlas en un cuadro para su control. Si las muestras no se van a procesar inmediatamente después de haberlas recibidas, conviene guardarlas por un tiempo no mayor de tres días, en el compartimiento destinado a vegetales de una refrigeradora.



Fotografía No. 6.

Plantas y suelo de almácigo preparadas para su envío al laboratorio.

d) EQUIPO PARA EL PROCESAMIENTO DE MUESTRAS.

Para la operación de procesamiento de muestras, o sea la acción de extraer vivos los nemátodos del suelo y raíces, usamos el material que aparece ilustrado en la fotografía número 7, y que en su orden es el siguiente:

- 1) Juego de cuatro tamices metálicos con mallas números 80, 100, 250 y 325, respectivamente;
- 2) Una de las cubetas de plástico donde se mezcla el suelo con agua;
- 3) Vaso de metal con capacidad para 600 gramos de suelo;

- 4) Beackers donde se deposita el licor de nemátodos, previo a su último filtrado lento en cajas Pettri preparadas con malla interior;
- 5) Piseta de plástico utilizada para pasar el licor de nemátodos del tamiz de malla 325, hacia el Beackers;
- 6) Desintegrador utilizado para el procesamiento de raíces;
- 7) Cajas de Pettri para usos varios;
- 8) Una caja de Pettri con malla y forro interior, conteniendo sedimento de suelo;
- 9) La fina malla que se coloca en el interior de las cajas Pettri para el último filtrado lento.



Fotografía No. 7.

Material usado en el procesamiento de muestras de suelo y raíces para la extracción de nemátodos vivos.

e) **MANERA DE PROCESAR LAS MUESTRAS DE SUELO Y RAICES PARA LA EXTRACCION DE NEMATODOS.**

1. **MATERIAL:**

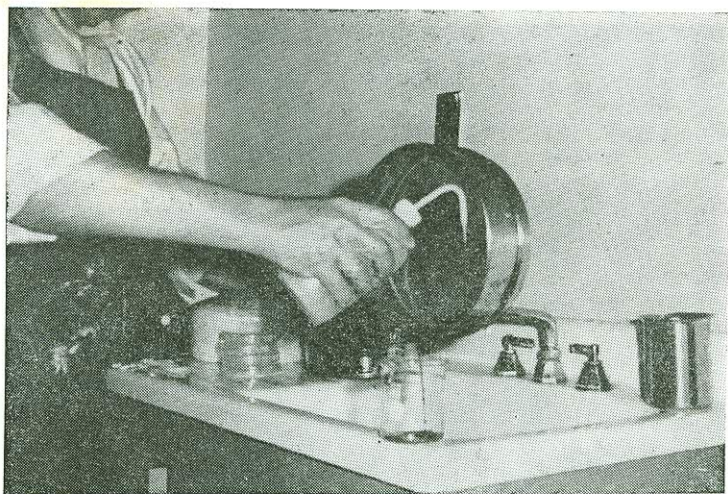
El material estudiado lo constituyeron las muestras de suelo y raíces tomadas en las distintas fincas bajo estudio.

2. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO:

Para llevar a cabo la operación del procesamiento de las muestras de suelo, con el objeto de lograr la extracción de nemátodos vivos, se usó el material descrito anteriormente, empleándose la técnica que describimos a continuación:

- 1) En una cubeta de 10 ó 12 litros de capacidad, de material plástico preferiblemente y de paredes resistentes, se echan juntas todas las muestras de suelo provenientes de una misma área. Se mezclan perfectamente y luego se pasan a través de un tamiz de malla No. 20. En seguida, se toman unos 600 gramos de suelo que se echan en otra cubeta bien limpia. Se le agregan 2 ó 3 litros de agua, removiéndose con la mano hasta formar una batida homogénea.
- 2) Esta mezcla se hace pasar por un tamiz especial de malla No. 80, recibándose el agua y el suelo en otra cubeta limpia. La parte de sólido que ha quedado en el tamiz se desecha.
- 3) Se toma otro tamiz de malla No. 100 y se hace pasar por él, el agua y suelo del tamizado anterior. La parte sólida que ha quedado en el tamiz se desecha y el líquido se recibe en otra cubeta bien limpia.
- 4) Se procede a hacer un 3o. y último tamizado, usando para el caso un tamiz malla No. 325. Aquí se invierte la operación: desechamos la parte líquida y conservamos el sólido que queda sin atravesar el tamiz. En esta masa sólida, de aspecto pastoso, están contenidos los nemátodos que buscamos. El material así obtenido se lava perfectamente hasta que el agua sale completamente limpia del tamiz. Luego, se transfiere a un Beackers, por medio de una piseta, como puede observarse en la fotografía No. 8.

De este vaso de vidrio se pasa a una caja de Pettri, preparada de antemano con una malla de alambre que se coloca en su interior, la cual a su vez, está recubierta interiormente por un pañuelo de papel recortado a la medida de la caja. Este papel absorbente se sostiene contra las paredes interiores de la malla mediante una tira de cartulina doblada en espiral. En el fondo de la caja de Pettri se colocan aproximadamente 5 cc. de agua corriente.



Fotografía No. 8.

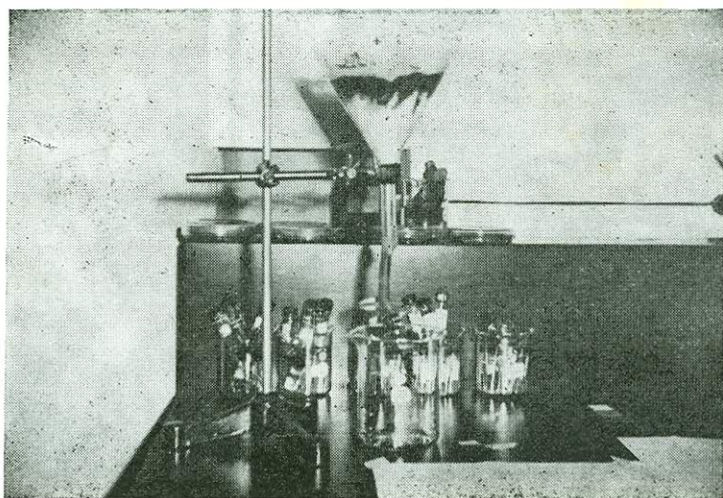
Con una piseta trasladamos al Beackers, la parte sólida que no atravesó el tamiz de malla No. 325 y en la que han quedado atrapados los nemátodos.

En una o más cajas Pettri, según la cantidad de sólido, se depositan 5 gramos aproximadamente de esta masa, se colocan las tapaderas con su identificación y se dejan en reposo durante 24 horas con el objeto de que los nemátodos, por tropismo, atraviesen la malla y el pañuelo de papel pasando al fondo de la caja de Pettri, formándose aquí el licor de nemátodos.

Los nemátodos extraídos vivos en esta forma, se observan directamente dentro de la caja Pettri mediante un microscopio estereoscopio, previo a continuarse con la técnica de fijado, montaje e identificación.

Cuando en el laboratorio no se dispone de un equipo moderno y completo que comprenda el juego de tamices de mallas de números distintos, puede acudirse al método Baermann, el cual consiste en un embudo con una manguerita de hule en la punta, un soporte para el embudo y una pinza de Mohor, que cierra a presión la punta de la manguerita.

El método Baermann es bien sencillo. Se coloca dentro del embudo un trozo de algodón, luego se humedece, echando después el suelo colado previamente en un tamiz de malla No. 20.



Fotografía No. 9.

El Método Baermann, que también se usa para la extracción de nemátodos del suelo mediante filtrado lento.

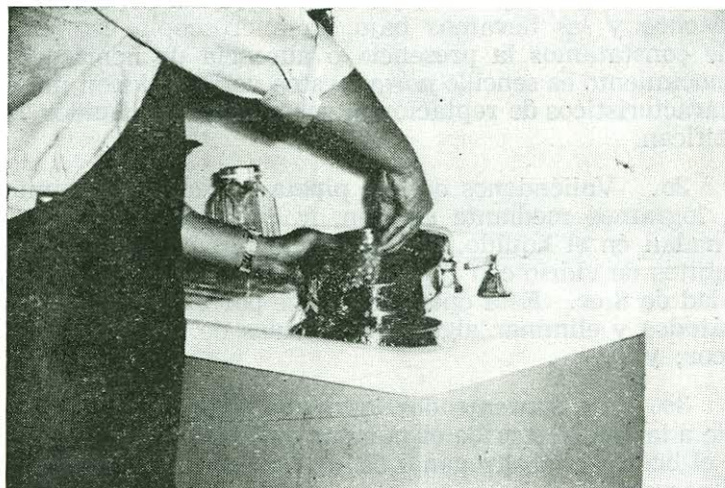
Véase la fotografía No. 9 para mejor ilustración. Como el suelo se echa seco, debe agregársele agua poco a poco hasta saturarlo. En seguida se abre la pinza Mohor que cierra la punta de la manguerita, para que una parte del agua salga y se establezca el drenaje de todo el embudo, luego se cierra y se deja en esta forma por espacio de 24 horas. Durante este tiempo, se ha efectuado un filtrado lento del suelo y los nemátodos han atravesado el algodón buscando un medio menos denso y ayudados por la gravedad. Los nemátodos son encontrados en la parte cilíndrica del embudo y en el interior de la manguerita. Este licor se observa en el microscopio estereoscópico.

3. PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE RAICES:

El procesamiento de raíces para la extracción de nemátodos vivos, se hace en la forma siguiente:

- 1) Se toman las raicillas traídas como muestras del campo y se lavan perfectamente.
- 2) Se cortan en pequeños trocitos hasta tener unos 25 gramos aproximadamente de raíces. Luego se introducen en una desintegradora agregándoles agua hasta cubrir la mitad de las raíces.

- 3) Por espacio de 20 segundos se hace funcionar la desintegradora, cambiando al principio de la operación de baja a alta velocidad, es decir: que pasan unos 5 segundos en baja y luego se conecta la alta para evitar la ruptura brusca de los trozos de raíces que puedan destruir a algunos nemátodos. Del vaso de la desintegradora se pasa la masa de raíces y líquido a los 3 tamices que se han colocado uno sobre del otro de modo que el más fino, o sea el de malla No. 325, quede hasta abajo.
- 4) Se colocan los tamices bajo el grifo del lavabo, como puede observarse en la fotografía No. 10, haciendo pasar la masa de un tamiz a otro, hasta recoger en el último la porción de sólido que contiene los nemátodos buscados.
- 5) Se toma esta masa y se transfiere, mediante una piseta, a un Beakers de donde se trasladará a una caja Pettri, preparada en la misma forma que las usadas para muestras de suelo.



Fotografía No. 10

La masa de raíces se lava colocando un tamiz sobre otro para recoger en el último, que es el más fino, la masa sólida que contiene los nemátodos.

Se dejan las cajas preparadas en reposo durante 24 horas y en el fondo de las mismas recogeremos el licor de nemátodos en condiciones para proseguir con las técnicas necesarias hasta llegar a la identificación de los mismos.

La extracción de nemátodos formadores de nudo en la raíz, como en el caso de los géneros *Meloidogyne* y *Heterodera*, se hace mecánicamente mediante cortes en la raíz, para su extracción con agujas para microdissección. Estos nemátodos así aislados, son disectados posteriormente previo a su identificación al microscopio.

TECNICAS DE FIJACION Y MONTAJE DE NEMATODOS:

La fijación consiste en aplicarle a los nemátodos vivos, soluciones que les provocan la muerte y los conservan algunas veces por mucho tiempo, previo a ser observados al microscopio para su identificación.

1. Fijación.

Los pasos que seguimos para conseguir esto, son los siguientes:

1o. Tomamos las cajas Pettri que contienen el licor de nemátodos y las llevamos bajo un microscopio estereoscópico donde constatamos la presencia o ausencia de nemátodos. Su reconocimiento es sencillo porque estos vermes tienen movimientos característicos de reptación, a veces bastante rápidos, que los identifican.

2o. Valiéndonos de una pipeta de vidrio con punta muy fina, logramos mediante succión, ir capturando los nemátodos que nadan en el líquido, los introducimos en seguida en unos frasquitos de vidrio con tapadera roscada, por lo regular con capacidad de 8 cc. Esta operación tiene por objeto concentrar los nemátodos y eliminar algunas partículas de suelo contenidas en el licor; y

3o. Ya concentrados los nemátodos en estos frasquitos donde a la vez se escribe el número de la muestra de donde procede el licor, se les agregan 5 cc. de formol al 6%, para matarlos y preservarlos.

El objeto de matarlos es para facilitar su observación al microscopio y preservarlos de que al morirse se descompongan y para mantenerles endurecida su cutícula para que conserven su forma original sin distorsión alguna.

2. Montaje.

Muertos y concentrados los nemátodos en los frasquitos de vidrio, se procede a su montaje en la forma siguiente:

1o. Se vierte el licor de nemátodos en un vidrio reloj de siracusa de donde, usando el microscopio estereoscópico y una fina aguja de bambú, tomamos uno a uno, diez o 20 nemátodos que se van colocando en una gota de formol que hemos colocado previamente en el centro de una laminilla porta-objetos.

2o. Tomamos la laminilla conteniendo los nemátodos y valiéndonos del microscopio mencionado, los distribuimos uniformemente usando la aguja de bambú para facilitar su observación individual posterior.

3o. Ya distribuidos correctamente los nemátodos, procedemos a colocar, abarcando la gota de formol y nemátodos, tres hilos de algodón de vidrio del mismo tamaño, formando con ellos un triángulo equilátero.

4o. Formado el triángulo, se coloca encima un cubre-objeto redondo, en tal forma, que los vértices del triángulo queden dentro del círculo y que al colocar el cubreobjetos mediante una pinza, no queden burbujas de aire. Si sobra líquido, se puede extraer acercando el borde de un papel secante en las orillas del cubreobjetos; y

5o. Por último, se lleva la laminilla a un pequeño aparato sellador que tiene un disco giratorio, una muelle que presiona la laminilla y marcas de círculos concéntricos de diferentes diámetros que a selección, se hace coincidir uno con el cubreobjeto. Se le imprime al disco un movimiento de rotación, el cual se aprovecha para acercarle al borde del cubreobjeto, un pincel de punta fina con una mezcla de parafina-cera-vaselina derretida. En esta forma se lleva a cabo la operación final de sellado, es decir, el cubreobjeto ha quedado soldado a la laminilla por medio de la mezcla de parafina. Un montaje perfecto es aquel que no tiene ninguna burbuja entre la laminilla y el cubreobjeto, y que a la vez, el sello o anillo de parafina es completamente delgado. Si se dejan burbujas, el montaje no tardará en secarse y cuando el anillo de parafina es grueso, impide el fácil intercambio de los objetivos en la observación al microscopio, especialmente con el lente de inmersión en aceite. Estos montajes se numeran y pueden coleccionarse para hacer la identificación posterior de todas las muestras, en una sola operación.

El montaje descrito es semipermanente; sin embargo, cuando se trata de hacer observaciones rápidas, pueden tomarse nemátodos vivos, colocarlos en una gota de agua contenida en una laminilla de vidrio con una pequeña cavidad en el centro, pasar

ligeramente la laminilla por una llama para lograr inmovilizar al nemátodo sin destruirlo, colocarle el cubreobjeto y observarlo al microscopio de una vez.



Fotografía No. 11.

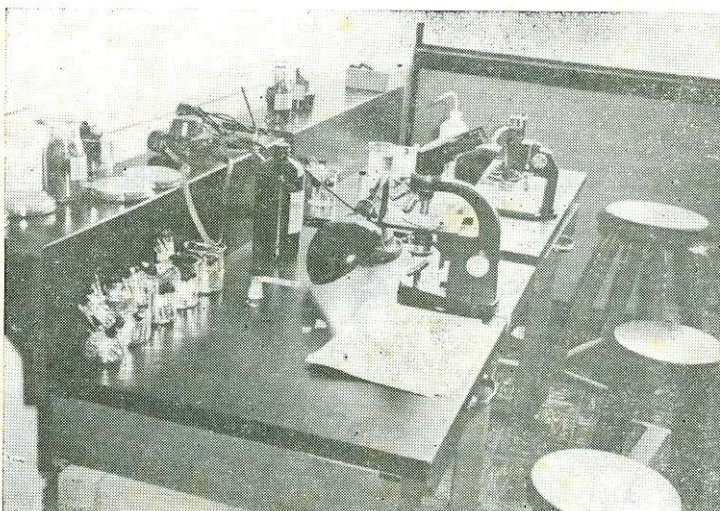
Bajo el microscopio estereoscópico y valiéndonos de un bisturí y agujas de microdisección, preparamos las hembras de nemátodos del género *Meloidogyne*.

Cuando se trata de hembras de nemátodos formadores de nudos en la raíz como en el caso de *Meloidogyne* y *Heterodera*, la fijación y montaje se reducen a extraer de las raíces por medio de agujas de disección, a las hembras que regularmente tienen forma piriforme, se les secciona por la parte caudal, se le extrae el contenido interior y se montan después con la parte cóncava para abajo en una laminilla de vidrio, colocándole encima el cubreobjeto para su observación al microscopio y lograr en esta forma, identificar su especie.

Identificación de nemátodos al microscopio.

El reconocimiento de los géneros de nemátodos se verifica mediante la observación bajo el microscopio, de los caracteres que los distinguen.

Cada género y cada especie, tiene rasgos propios que los hacen diferenciarse unos de otros. La tarea de reconocimiento requiere un conocimiento muchas veces memorizado de las ca-



Fotografía No. 12

Vista de una mesa de trabajo en el Laboratorio de Microbiología de Suelos, de la Facultad de Agronomía.

racterísticas del género, producto de la observación de los rasgos individuales.

Originalmente el trabajo de reconocimiento de los géneros contenidos en el cuadro general, se verificó de acuerdo con la clasificación contenida en la Clave Pictórica para Géneros de Nemátodos Parasíticos de las Plantas, editada por la Universidad de Cornell, de los Estados Unidos de Norteamérica.⁶

-
6. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Dept. of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York.

GENEROS DE NEMATODOS MAS DISTRIBUIDOS EN LAS 18 FINCAS OBSERVADAS

A continuación damos los porcentajes de los géneros de nemátodos más distribuidos en las 18 fincas de café observadas.

EN EL SUELO:

1)	Helicotylenchus	61.00 %
2)	Dorylaimus	44.44 %
3)	Criconemoides	33.20 %
4)	Aphelenchus	27.80 %

EN LA RAIZ:

1)	Pratylenchus	89.00 %
2)	Meloidogyne	44.44 %
3)	Helicotylenchus	26.00 %
4)	Aphelenchus	16.00 %

En su orden se describen seguidamente, los géneros:

- 1) Helicotylenchus (Steiner - 1945).
- 2) Pratylenchus (Fillipjev - 1934).
- 3) Meloidogyne (Goeldi - 1887).
- 4) Criconemoides (Taylor - 1936).
- 5) Aphelenchus (Bastian - 1865).

CUADRO QUE CONTIENE LOS GENEROS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN LAS FINCAS DE CAFE OBSERVADAS

No. de Ord.	Nombre de la finca	Localización	Altura en pies	Géneros de Nemátodos	
				En el suelo	En la raíz
1	Sábana Grande	Escuintla	2,400'	Helicotylenchus Dorylaimus	Pratylenchus Aphelenchus Helicotylenchus Meloidogyne
2	Alsacia	Escuintla	2,200'	Dorylaimus Aphelenchus	Pratylenchus Meloidogyne
3	Las Victorias	San Andrés Villa Seca Suchitepéquez	1,600'	Dorylaimus	Pratylenchus Meloidogyne
4	Las Margaritas	San Fco. Zapotitlán Suchitepéquez	3,000'		Pratylenchus
5	Colina	Zunilito Suchitepéquez	4,400'	Helicotylenchus Criconemoides	Pratylenchus Meloidogyne
6	Chitalón	San Fco. Zapotitlán Suchitepéquez	2,600'	Helicotylenchus Criconemoides Aphelenchus	Criconemoides
7	El Zambo	San Fco. Zapotitlán Suchitepéquez	2,800'	Helicotylenchus Aphelenchus	Pratylenchus
8	Las Nubes	Zunilito Suchitepéquez	4,500'	Dorylaimus Helicotylenchus Pratylenchus	Helicotylenchus Pratylenchus
9	La Patria	San Rafael Panán Suchitepéquez	1,500'	Criconemoides Helicotylenchus	Pratylenchus Meloidogyne
10	La Memoria	Río Bravo Suchitepéquez	1,000'	Dorylaimus Criconemoides Helicotylenchus	Pratylenchus
11	Monterramos	Río Bravo Suchitepéquez	1,050'	Helicotylenchus	Pratylenchus Helicotylenchus Tylenchulus
12	San Basilio	Río Bravo Suchitepéquez	1,400'	Criconemoides Helicotylenchus Tetylenchus	Pratylenchus Helicotylenchus Meloidogyne
13	San Fernando	Escuintla	1,600'	Helicotylenchus	Helicotylenchus Pratylenchus
14	El Canadá	Patulul Suchitepéquez	2,000'	Criconemoides	Pratylenchus
15	San José Buena Vista	Santa Lucía Escuintla	1,300'	Aphelenchus Dorylaimus	Meloidogyne
16	Las Amalias	Patulul Suchitepéquez	2,100'	Aphelenchus Dorylaimus	Pratylenchus Aphelenchus
17	Xelajú	San Sebastián Retalhuleu	1,100'	Helicotylenchus Dorylaimus	Aphelenchus Pratylenchus
18	Los Brillantes	San Felipe Retalhuleu	1,100'	Aphelenchus	Meloidogyne Pratylenchus

NOTA: En la totalidad de las fincas estudiadas se encontró comúnmente el género *Mononchus* de importancia por su característica de ser un predador, que se alimenta generalmente de larvas de *Meloidogyne* y otros nemátodos.

CLASIFICACION ZOOLOGICA DE LOS GENEROS DE NEMATODOS ENCONTRADOS

Gran Reino Organizado
 Reino Animal
 Sub-Reino Metazoos pseudocelomados
 Phylum Nemátoda
 Clase Secernenta
 Orden Tylenchidida
 Super-Familia Tylenchoidea
 Familia Haplolaimidae
 Sub-Familia Haplolaiminae
 Género *Helicotylenchus*.

(Steiner - 1945)

Gran Reino Organizado
 Reino Animal
 Sub-Reino Metazoos pseudocelomados
 Phylum Nemátoda
 Clase Secernenta
 Orden Tylenchidida
 Super-Familia Tylenchoidea
 Familia Haplolaimidae
 Sub-Familia Pratylenchinae
 Género *Pratylenchus*.

(Fillipjev 1934).

Gran Reino Organizado
 Reino Animal
 Sub-Reino Metazoos pseudocelomados
 Phylum Nemátoda
 Clase Secernenta
 Orden Tylenchida
 Super-Familia Tylenchoidea
 Familia Haplolaimidae
 Sub-Familia Heteroderinae
 Género *Meloidogyne*

(Goeldi 1887).

Gran Reino Organizado
 Reino Animal
 Sub-Reino Metazoos pseudocelomados
 Phylum Nemátoda
 Clase Secernenta
 Orden Tylenchidida
 Super-Familia Tylenchoidea
 Familia Criconematidae
 Sub-Familia Criconimatinae
 Género *Criconemoides*

(Taylor 1936).

Gran Reino Organizado
 Reino Animal
 Sub-Reino Metazoos pseudocelomados
 Phylum Nemátoda
 Clase Secernenta
 Orden Tylenchida
 Super-Familia Aphelenchoidea
 Familia Aphelenchidae
 Género *Aphelenchus*

(Bastian 1865).

Gran Reino	Organizado
Reino	Animal
Sub-Reino	Metazoos pseudocelomados
Phyllum	Nemátoda
Clase	Adenophorea
Orden	Dorylaimida
Super-Familia	Dorylaimina
Familia	Dorylaimidae
Sub-Familia	Dorylaiminae
Género	<i>Dorylaimus</i>

(Dujardin 1845).

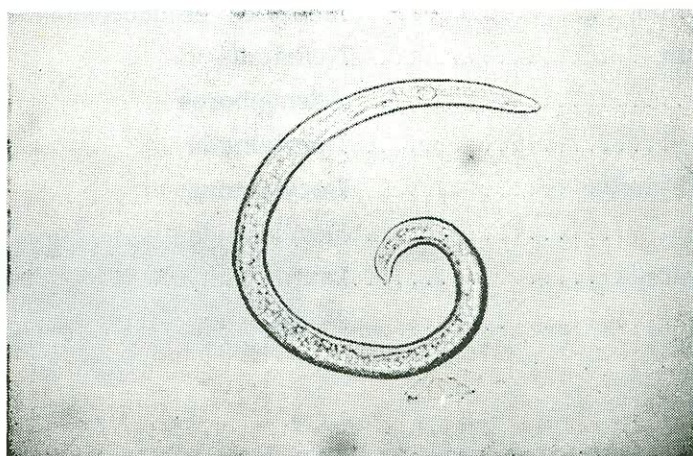
HELICOTYLENCHUS, Steiner, 1945

*DESCRIPCION.*⁷

Hoplolaiminae, con cuerpo usualmente formando una espiral cuando están en reposo en un ambiente tibio; la cutícula del cuerpo y la cabeza con anillos; en la cola los anillos siguen el contorno del término excepto por uno o dos anillos ligeramente más anchos en el término de ciertas especies. Los campos laterales son anchos, marcados por 4 incisiones que pueden o no ser aureoladas. Los ánfidos no se observan. Los fásmidos son pequeños, variables en posición pero cerca de la latitud de la abertura anal. La cabeza con esqueleto cefálico muy marcado. El estilete bucal muy fuerte. El empalme del esófago e intestinos con cámara ovoide; el esófago se extiende en un lóbulo traslapando el intestino. Las hembras son amfidélicas, ambas ramas del aparato sexual usualmente estriadas y usualmente en el mismo lado que el intestino ya sea a la derecha o a la izquierda. Reproducción sexual o hermafrodita pero también puede ser por partenogénesis. Los machos, cuando se conocen, tienen la cola vertralmente arqueada; espícula Tylen-

7. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960. Pág. 43(a).

coide; gubernáculum simple, atravesado y puede algunas veces ser distalmente recurvado. Exclusivamente nemátodo parasítico de las plantas.



Microfotografía No. 1.

Podemos observar una hembra de *Helicotylenchus* que viven en el suelo o en las raíces del café.

PRATYLENCHUS - Filipjev, 1934

DESCRIPCION.⁸

Pratylenchinae, poseyendo un sólo ovario estriado y un rudimentario ramal uterino posterior. La bursa envolviendo completamente a la cola. Los fásmidas localizados a $1/3$ del largo de la cola o más, detrás de la latitud del ano. Los ánfidos visibles con dificultad. El núcleo de la glándula esofágica arreglado en un sólo lóbulo que se extiende hacia atrás sobre el final anterior del intestino y varía grandemente en tamaño, forma y posición. El empalme del lumen esofágico e intestino, oscuro; generalmente cerca del ancho de un cuerpo, posterior a la media del bulbo esofágico. La región labial anulada, sobresaliendo por un estrechamiento de la cabeza. El esqueleto cefálico esclerotizado, refractivo. La lanceta fuerte con anillos o nudos basales

8. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York, State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960. Pág. 30(a).

masivos. El bulbo mediano del esófago ligeramente ovado, la mitad o más del ancho de la nuca. La placa basal cefálica con procesos expandidos dorsales y ventrales.

CARACTERISTICAS GENERALES:

Los miembros de este género son generalmente conocidos como nemátodos de lesión (debido a las lesiones que causan en las raíces alimenticias de las plantas), o nemátodos de los prados y praderas (debido a su frecuencia en estos lugares). Se encuentran comúnmente en gran número detrás de las raíces y algunas veces en tuberosas y vainas (o cáscaras) de maní.

La distribución de miembros de este género es mundial. Algunas especies aparecen adaptadas a regiones frías y otras a regiones calientes. La información disponible indica que, en general, son más numerosas en las regiones calientes de las zonas templadas en los trópicos y sub-trópicos (Christie, 1959).

Cada una de las 18 especies existentes, tiene un amplio campo hospedero. Todas las plantas infectadas por una especie dada no son hospederos adecuados. Aparentemente en algunos hospederos hay un fuerte número de nemátodos que no causan daño a sus raíces; en otros hospederos el número de nemátodos es pequeño, sin causar daños apreciables a las raíces. En otros hospederos hay marcado daño en las raíces. Cuando sucede el daño, hay una substancial reducción en el número de nemátodos debido a la disminución de alimento. Una sola especie de planta puede ser susceptible para un buen número de especies de *Pratylenchus*.

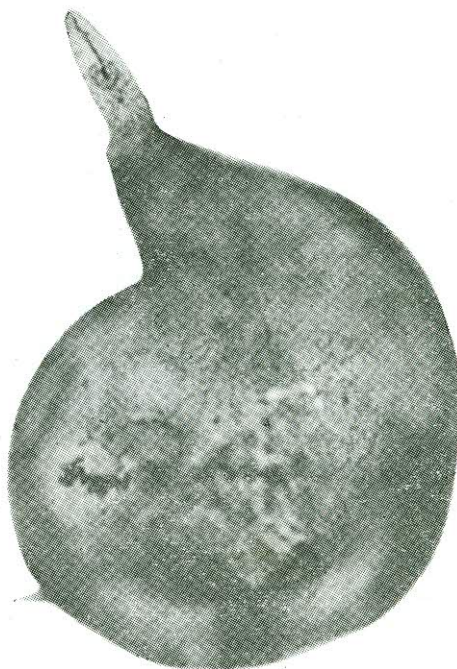
Algunas características de diagnóstico, observables en un plato de recuento, son el esófago traslapado, la cabeza chata y los graciosos movimientos relativamente lentos. Cuando están quietos o muertos, los miembros de este género tienden a tener una posición de línea recta.

MELOIDOGYNE Goeldi, 1887.

DESCRIPCION.⁹

Heteroderinae, con marcado diformismo sexual. Las hembras adultas con forma de pera esferoide con cuello alargado.

-
9. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960. Pág. 12(a).



Microfotografía No. 2.

Las hembras del *Meloidogyne* se reconocen y distinguen de los machos por su forma piriforme y cuello alargado que introducen en las raíces para alimentarse de los jugos de la planta. Estos nemátodos son causantes de nudos en las raíces, en cuyo interior viven y se reproducen.

Seis labios marcados por esclerotización circumoral de seis radios. Los labios laterales marcadamente más grandes que los submedianos. Lanceta esbelta con bulbos basales débilmente desarrollados. Poro excretor localizado anterior al bulbo mediano, usualmente de 12 a 25 anillos posteriores a la región labial. Vulva terminal o subterminal. Apertura del ano en la hembra con cruzamiento anular simple, formando un patrón circular más o menos variable en la región perineal. Los huevos no se retienen en el cuerpo pero se depositan en una matriz gelatinosa. Las hembras usualmente endoparasíticas, causando formaciones de agallas o nudos en la raíz de la mayoría de los hospederos. Parásitos obligados de las plantas.



Microfotografía No. 3

Vemos la parte anterior de un nemátodo macho del género *Meloidogyne*. Estos son alargados cilíndricamente, tienen movilidad, se alimentan de los jugos vegetales introduciendo el estilete en las raíces; pero no viven obligadamente en ellas como las hembras

Los machos alargados cilíndricamente. La región labial con o sin anulaciones distintas, teniendo una estructura como de tapa. Apertura de los ánfidos como cuchillada. Hay seis radios presentes en el esqueleto cefálico. Labios laterales mucho más grandes que los submedianos. Lanceta fuertemente desarrollada con nudos basales bien desarrollados. La bursa ausente. Espículas y gubernáculo presente. Uno o dos testículos, estriados hacia afuera, algunas veces reflejados en el final distal.

Larvas inefectivas de segunda etapa con región labial bien definida lisa o con de una a tres anulaciones. La apertura de los ánfidos como cuchillada. La región labial teniendo una estructura como de tapadera. Seis labios marcadamente más grandes que los submedianos. Lanceta esbelta con nudos basales bien definidos.



Figura No. 4.

Fin anterior de un macho de *Meloidogyne*. Obsérvese la lanceta bien desarrollada y sus nudos basales también desarrollados.

CARACTERISTICAS GENERALES.

Los miembros de este género se conocen comúnmente como nemátodos formadores de nudos de las raíces. Se les ha dado este nombre porque el síntoma primario de la plaga es el alargamiento nudoso e irregular de las raíces. El tamaño y forma del nudo o agalla depende del número de nemátodos en la raíz, la especie de nemátodos comprendida y la especie de la planta. Los nudos en la raíz afectan a muchas diferentes clases de plantas. Casi todas las plantas cultivadas se sabe que son susceptibles; sin embargo, algunas de estas plantas son susceptibles sólo una o dos especies de *Meloidogyne* y son más o menos resistentes a otras especies. Los nudos en la raíz es una enfermedad muy grave; pero la extensión del daño depende de muchos factores.

La hembra adulta se encuentra enteramente en la raíz. La hembra es una estructura color blanco perla, brillante, lisa, con forma de botella a pera, promediando de 800 x 500 micras en la parte más hinchada de su cuerpo y 240 x 150 micras en la región de la cabeza. Los huevos los ponen sin segmentar y excretados en un saco gelatinoso pegado a la parte posterior del cuerpo.

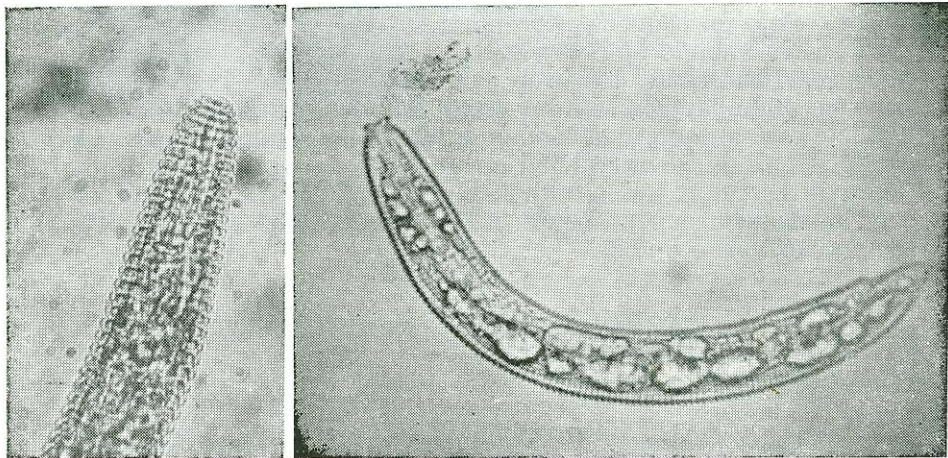
El macho adulto es esbelto y alargado, midiendo 1200-1500 micras por 30-36 micras. Internamente, el macho es similar a la larva excepto que el estilete es más grande y grueso, hay 1 ó 2 testículos presentes y las estructuras sexuales secundarias han aparecido.

Las larvas son esbeltas y cilíndricas, con un final anterior obtuso y en la mayoría de las especies una cola puntuda que tiene apariencia ranurada o dentada.

CRICONEMOIDES. Taylor, 1936.

*DESCRIPCION.*¹⁰

Criconematinae. Cuerpo gordo, usualmente fusiforme. La cutícula gruesa con grandes anillos, espinas o escamas ausentes en el adulto pero presentes en algunos casos en las larvas. De 58 a 100 anillos. La cabeza compuesta de 2 anillos más o menos modificados. El estilete grande siempre largo en proporción al largo del cuerpo y con una base de 3 lóbulos. El bulbo posterior del esófago más o menos redondo. La vulva localizada en 1/5 parte posterior del cuerpo. Ovario solo, liso o ligeramente reflejado. Los machos se conocen sólo en unas pocas especies.



Microfotografías No. 4 y 5

A la izquierda podemos observar la parte anterior de un nemátodo del género *Criconemoides*; nótese el estilete bien desarrollado y los anillos de la cutícula que se destacan en todo el cuerpo. A la derecha vemos otro nemátodo completo del mismo género. La mayoría de sus órganos se destacan en esta microfotografía. Es digno de mencionarse el hecho de que el género *Criconemoides* que ataca a una gran cantidad de plantas cultivadas, no haya sido encontrado y reportado anteriormente en Guatemala como parásito del café.

10. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960. Pág. 36(a).

CARACTERISTICAS GENERALES.

Los miembros de este género están ampliamente distribuidos geográficamente. Los especímenes se encuentran comúnmente asociados con raíces de numerosas especies de plantas creciendo en campos cultivados, y en medios ambientes nativos. Varias especies han sido reportadas como parasíticas de las raíces de las plantas. Todos los datos experimentales y las observaciones indican que las especies *Criconemoides* son ectoparásitas. Evidencias experimentales no existen concernientes a los daños que causan a las plantas y que pueden ser atribuidos a la alimentación de estos nemátodos.

Los movimientos de los individuos de este género son perezosos. Solo un pequeño porcentaje se mueve a través del papel tisú en un embudo de Baermann. Todas las etapas de las hembras son fusiformes, con gran cantidad de anillos. Los machos se sabe que aparecen sólo en pocas especies. En los machos el estilete está ausente y el esófago e intestinos son indistintos. Características de identificación en un plato de recuento bajo una lente de disección, son la falta de movimiento, apariencia "gorda", una apariencia generalmente burda demostrando gran cantidad de anulaciones o anillos.

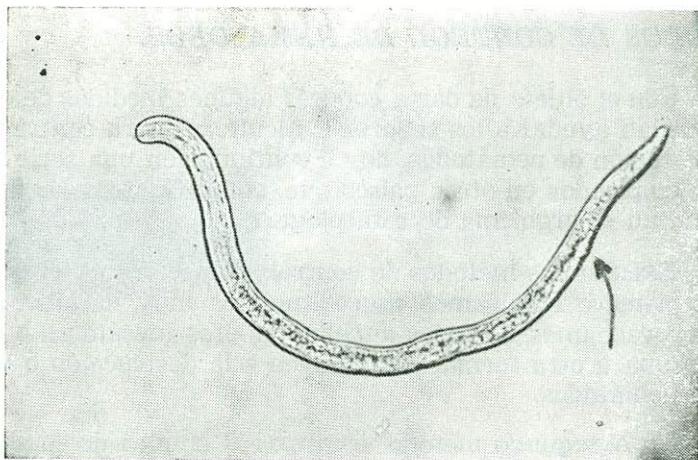
APHELENCHUS. Bastian, 1865.

DESCRIPCION.¹¹

Aphelenchinae. La cutícula transversalmente estriada. Los campos laterales presentes con varias (de 10 a 12) incisuras. La cabeza como tapadera, sostenida por un esqueleto de seis radios. Lanceta en las dos partes usuales pero sin nudos basales. El esófago consta de un pre-cuerpo cilíndrico, un prominente cuerpo muscular con válvulas crecénticas seguidas del ístmo, llevando hacia una región posterior más o menos distante, de cerca de 1/2 a 3/4 el largo del pre-cuerpo, mezclándose oscuremente con el intestino. Las glándulas esofágicas quedando fuera de ésta región, dorsal a ella y al principio del intestino. El ovario solo, prodélfico, estirado, un saco uterino post-vulvar presente. Testículo solo, reflejado anteriormente. Espículas en pa-

-
11. Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960. Pág. 8(a).

res, más bien delgadas, arqueadas y ligeramente cefálicas por expansión. Gubernáculo presente, simple. La bursa encerrando la punta de la cola, las aletas sostenidas por 4 pares de costillas o papilas, 1 par pre-anal, 3 pares post-anales cercanos a la punta. Los machos son muy raros pero aparentemente funcionales.



Microfotografía No. 6

Vemos a una hembra del género *Aphelenchus*. Se destaca la región vulvar señalada con la flecha.

CARACTERISTICAS GENERALES.

Los miembros de este género son ligeramente esbeltos con un cuerpo casi cilíndrico. Una característica sobresaliente es el bien desarrollado bulbo esofageal que ocupa $\frac{3}{4}$ del ancho del cuerpo y que es usualmente visible en un plato de recuento.

APENDICE

METODOS DE CONTROL DE NEMATODOS.

Con el objeto de dar a conocer algunas medidas de control que puedan ayudar a los señores Caficultores para contrarrestar la infestación de nemátodos, doy a continuación una serie de sistemas empleados en otros países que, como Guatemala, también confrontan el problema de esta plaga.

Existen dos métodos de control, el mecánico y el químico. En el primero empleamos procedimientos muy variados donde nos aprovechamos de todas aquellas labores mecánicas o físicas que en una u otra forma, contribuyen a la destrucción o control de los nemátodos.

En el segundo método acudimos al empleo de compuestos químicos que obrando como fumigantes o por contacto, también contribuyen a la eliminación de los nemátodos.

Es necesario tener en cuenta que en ningún caso podemos pretender erradicar a los nemátodos, debiéndonos conformar con poder llegar a controlarlos.

Pasamos a describir las operaciones que se verifican en cada uno de los métodos de control mencionados.

METODO MECANICO:

1. EXCLUSION.

Consiste en evitar la diseminación de la plaga o la invasión de ésta a zonas libres de nemátodos.

Cuando llevamos plantilla de una zona con nemátodos a otra libre de ellos, estamos diseminando y contribuyendo a que la plaga se extienda o propague en zonas sanas. Esto corrientemente ha sucedido en Guatemala por falta de previsión y muchas veces por desconocimiento del mal.

En todos los suelos donde se hagan los semilleros, deben tratarse previamente con un nematocida para evitar que las plántulas lleven consigo los nemátodos.

Cuando se desee evitar la diseminación de los nemátodos de una área infestada a áreas sanas, pueden hacerse zanjas de unos 90 centímetros de profundidad en todo el perímetro del área infestada y procurar desviar los drenajes para evitar que el agua de lluvia pase por los bloques sanos

También hacer barreras con leguminosas, no efectuar movimientos de tierra de áreas infestadas a áreas sanas, así como esterilizar las herramientas y equipo agrícola (tractores, arados, rastras, cultivadores, etc.), son medidas que contribuyen al control de los nemátodos.

Para desinfectar equipo se usó en Florida con mucho éxito, una emulsión acuosa que contiene 1.5% de ácido caprílico y un detergente bastante diluido (2.6% de hipoclorito de sodio).¹ Aunque el hipoclorito puede ocasionar oxidación al hierro, esta se considera insignificante.

Otro medio de exclusión consiste en el uso de barreras de protección que evitan la diseminación de nemátodos. Estas barreras consisten en fajas de suelo de unos 90 centímetros de ancho, tratadas con una alta concentración de nematocida, repitiendo la operación o tratamiento cada 6 meses.

2. ROTACION DE CULTIVOS:

Como hemos visto, ciertas especies de nemátodos tienen predilección por determinadas plantas. La siembra continuada de una misma especie de planta en un suelo, puede dar lugar a la formación de una población numerosa de nemátodos.

Para evitar que esto suceda se recomienda la rotación de cultivos que ha dado buenos resultados.

Las rotaciones de los cultivos: tomate con maíz, soya con algodón, ayote con tabaco y pepino con maíz, se han efectuado con éxito. En todo caso lo que se procura es que a los nemátodos les haga falta alimento durante épocas largas para evitar que se propaguen fácilmente.

1. El Problema de los Nemátodos en la Producción del Café. Por Pierre G. Sylvain. Café. Turrialba, C. R., Vol. I No. 1. Págs. 2-11.

3. *PLANTAS TRAMPAS:*

El uso de plantas trampas ha sido un método de control de nemátodos. Consiste en plantar especies de plantas de ciclo vegetativo corto y por las cuales los nemátodos tienen predilección. Cuando los nemátodos han penetrado en las raíces, se arrancan estas plantas y se llevan a un lugar para quemarlas.

Se ha visto que la verdolaga, los choreques, crotalarias, algunas leguminosas y plantas silvestres son muy apetecidas por los nemátodos. Esta cualidad debe observarse para buscar plantas que puedan usarse como trampas para atrapar nemátodos y destruirlos.

4. *PLANTAS REPELENTES:*

Así como existen plantas por las cuales los nemátodos tienen predilección, también las hay que repelen los nemátodos.

Como sabemos, las raíces de todas las plantas emanan olores agradables o desagradables como resultado de sus naturales excreciones o dializados. Las plantas que emanan olores que agradan a los nemátodos son las que pueden usarse como plantas trampas. Las que emanan olores desagradables se usan como repelentes.

Se ha encontrado que raíces de mostaza, nabo, marigolds o flor de muerto, algunos girasoles y plantas silvestres, repelen a los nemátodos.² Esta cualidad debiera aprovecharse para hacer barreras vivas y controlar el movimiento de nemátodos de áreas infestadas a áreas sanas.

5. *BARBECHAR:*

De Fluiter¹ recomienda que para la resiembra total de una plantación vieja infestada con nemátodos, se deje el campo en barbecho por dos años una vez hecha la remoción de raíces. Durante esos dos años no deben dejarse crecer en el barbecho, plantas que puedan servir de alimento a los nemátodos.

Conociendo que la mayoría de los nemátodos son susceptibles a la acción del sol y el viento, conviene dejar arados los campos inmediatamente después de haberse levantado una cosecha. Esto naturalmente no es muy común en las plantaciones

2. Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. Por Jesse R. Christie. University of Florida, Gainesville, Fla., U.S.A. 1959. Pag. 33.

de café que son permanentes; pero es de utilidad en las plantaciones de algodón, tomate, tabaco, etc.

En síntesis lo que se persigue al barbechar es privar a los nemátodos de alimento y exponerlos a la acción secante del sol y el viento.

6. *USO DE AGUA CALIENTE:*

Al agua caliente se le atribuye la propiedad de matar a los nemátodos aún cuando se encuentren en el interior de las raíces. Bally y Reydon¹ hicieron una investigación completa sobre el particular y encontraron que se requiere una temperatura de 49.5 grados centígrados y una duración de 10 minutos para matar a los nemátodos. Asimismo probaron estos investigadores que el sistema radicular de plantas jóvenes de café no sufre daño cuando se les somete a este tratamiento. Aún cuando este método podría recomendarse en casos de infestación en plantillas de café, se tiene el temor de poder llegar a cometer errores por defecto o por exceso de temperatura. Cuando Balley y Reydon hicieron pruebas con una temperatura de 48 grados centígrados durante 7 u 8 minutos, no obtuvieron control seguro. Cuando ensayaron con una temperatura de 51 grados centígrados por 10 minutos, el 80% de las plantas tratadas murieron.

7. *ESPECIES RESISTENTES:*

En el caso específico del café, sabemos que existen algunas variedades resistentes al ataque de los nemátodos. Se ha comprobado que la variedad Robusta es bastante resistente. Asimismo Stehle¹ descubrió que el injerto de arábica sobre libérica era un medio satisfactorio de control.

En nuestro medio no se han llevado en gran escala trabajos de inmunización. En la finca Chicolá se investigó y experimentó la injertación de arábica sobre canéfora; pero era para ver las posibilidades de controlar el cáncer del tallo del cafeto.

Estas prácticas, aunque un poco dificultosas y entretenidas, no deben descartarse como una medida de protección para esta plaga.

8. *CONTROL BIOLOGICO:*

Así como los entomólogos han encontrado insectos predadores que se alimentan de otros insectos, también los nematólogos han descubierto que existen nemátodos, protozoarios y hongos que se alimentan o destruyen a muchas especies de nemátodos.

Thorne¹ investigó la relación entre el nemátodo de la remolacha azucarera *Heterodera schachtii* y el *Mononchus papillatus*, habiendo comprobado que el *Mononchus* estaba pronto a alimentarse de otros nemátodos y fue observado, devorando larvas y machos del género *Heterodera schachtii*.

También se ha comprobado que el *Mononchus papillatus* se alimenta del nemátodo parasítico de los cítricos, el *Tylenchulus semipenetrans*.

Los nemátodos predadores tienen diferentes hábitos de alimentación, unos se tragan enteros a sus víctimas (tienen esófago plano), otros los parten antes de degluirlos (están provistos de labios y dientes) y otros los atraviesan con el estilete y succionan a la víctima. Estos últimos cuando atacan a su presa, primera la paralizan mediante un toque con el estilete inyectándole una sustancia o secreción, luego les introducen el estilete y los succionan como lo hacen con las plantas.³

Los predadores del género *Aphelenchoides* y la mayoría de especies predatoras encontradas en la familia *Dorylaimidae*, son ejemplares de estilete. Algunas especies de *Aphelenchoides* no sólo se alimentan de nemátodos sino de huevos. Dentro del género *Dorylaimus* hay 200 especies de las cuales son predatoras unas 10.³

Linford dice que los *Dorylaimus* predadores son mucho más efectivos en reducir poblaciones de nemátodos en los suelos que los *Mononchus* predadores.³

Entre los enemigos naturales de los nemátodos podemos considerar también a los protozoarios que pueden parasitar a los nemátodos interior o exteriormente. Weber³ observó organismos amebianos destruyendo larvas del nemátodo *Heterodera rostochiensis*, comprobándose que esta forma amebiana era un género no descrito perteneciente a la familia *Vampyrellidae* Doflein del orden *Proteozoa* Lankester, subsecuentemente llamado *Thecatoromyxa weberi*; solo se encontró en quistes de *Heterodera* recogidos en la provincia de Groninge, Holanda.³

Ahora mencionaremos a los hongos parasíticos y predadores que nos ayudan a controlar biológicamente a los nemátodos.

El hongo *Stylopage hadra* Drechsl captura y detiene al nemátodo por adhesión. El hongo *Nematoclonus haptocladus*,

3. Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. Por Jesse R. Christie. University of Florida, Gainesville, Fla., U.S.A. 1959. Pags. 19-23.

Drechsl captura a su presa por medio de células glandulares como nudillos envueltas en una capa de secreción adhesiva. Algunos nemátodos pequeños puede que se queden cautivos, pero los más grandes y activos se arrancan y se van. En cualquiera de los dos casos las estructuras fungosas pegada al nemátodo penetran la cutícula y una hifa infecciosa les crece dentro del cuerpo y mata al nemátodo.³

Hay otros hongos como el *Arthrobotrys oligospora* Fres, que captura su presa por medio de una hifa anastomosada cubierta en su interior con una sustancia transparente altamente adhesiva. Este hongo ataca especialmente al nemátodo *Ditylenchus dipsaci*.³

El hongo *Monacrosporium elegans* Oud, captura y estrangula su presa por medio de anillos constrictores.³

9. MATERIA ORGANICA:

El empleo de materia orgánica en las plantaciones de café infestadas con nemátodos, ha dado evidencias favorables de su uso.

Con la incorporación de materia orgánica al suelo, se crean condiciones favorables para que los enemigos naturales de los nemátodos de nudo en la raíz ya presentes en los suelos, se reproduzcan en cantidades suficientes para controlar a estos parásitos. Además la materia orgánica parece ser que en su descomposición estimula especialmente a algunos organismos antagónicos, como los hongos, que atacan a los nemátodos parasíticos.

La lenta descomposición de la materia orgánica le proporciona a la planta nutrientes que la fortalecen para resistir más el ataque de los nemátodos.

En la finca Las Victorias, situada en San Andrés Villa Seca pudimos comprobar que el uso de bagazo de caña molido y casi descompuesto, disminuyó la población de nemátodos en una plantilla nueva. Cuando tomamos muestras de las plantas de la misma edad y procedencia, donde no se aplicó bagazo de caña molido, comprobamos que la población era mayor que las tratadas con bagazo.

Como hemos podido comprobar con tantas medidas de control aquí expuestas, son muchos los recursos que podemos aplicar para controlar a los nemátodos.

Falta aún mucho por experimentar y estamos seguros que con el tiempo se darán a conocer más medios de control si todos

y cada uno de los que entendemos este problema, tratamos de resolverlo con inteligencia y buena voluntad.

METODO QUIMICO:

Consiste en el control de nemátodos mediante el uso de compuestos químicos que reciben el nombre de nematocidas.

Siendo hasta el momento el medio más eficaz que existe para combatir a los nemátodos, su uso no puede decirse que ha resuelto el problema en forma radical.

Como hemos visto anteriormente, los nemátodos presentan gran resistencia a los nematocidas por la cutícula impermeable que los envuelve. Asimismo los huevos y quistes donde estos se encuentran alojados, están protegidos por membranas duras, resistentes e impermeables.

Por tal razón, la mayor vulnerabilidad de los nemátodos la presenta en su estado adulto al ingerir el nematocida por la boca aunque no es forzoso que sea con el alimento.

Sin embargo, la buena elección y aplicación adecuada de un nematocida, puede ayudarnos grandemente para combatir los nemátodos con alguna eficacia, siempre que se sigan estrictamente las instrucciones de aplicación que recomiendan las casas productoras.

LISTA DE ALGUNOS NEMATOCIDAS:

En el comercio podemos encontrar los nematocidas siguientes:

Nemagón	Dibromuro de etileno	Parathion
Dowfume M.C. 2	Soil fume 60-40	Bromo fume
Vapan	Dorlone	Fumazone Telone
D.D.	Telone	Mylone
Nematocida experimental 18-133	V-C-13 Nemacide	Nemafume N
Dowfume No. 85	Systox	Cystogon
Picfume (Cloropicrina)	Nemex	Bedrench

Estos compuestos son líquidos, granulados o gaseosos y de ahí que la manera de usarse dependa de la forma en que estén presentados. La mayoría de los nematocidas tienen propiedades para destruir además, malas hierbas, bacterias y hongos causantes de enfermedades en las plantas principalmente en su primera fase de vida. Así también algunos destruyen insectos del suelo.

Según Taylor¹, un buen nematocida es aquel que después de causar la muerte de los nemátodos no deja residuos que puedan perjudicar a las plantas y que además sea de fácil aplicación y de bajo costo.

En la aplicación adecuada de nematocidas al suelo debemos recordar los tres pasos siguientes:

a) *Preparación del suelo.*

El suelo donde se va a aplicar un nematocida debe estar bien mullido y suelto. Esto se consigue arándolo y destruyendo los terrones por medio de rastra. Entre más suelto esté un suelo, más penetra el nematocida.

Durante varios días antes de la aplicación deberá mantenerse húmedo (no mojado).

b) *Aplicación del nematocida.*

Las instrucciones para la aplicación específica de cada nematocida, vienen explicadas con detalle en los folletos ilustrativos de las casas manufactureras. Por tal motivo, damos una idea de la aplicación de un nematocida líquido o granulado así: Supongamos que el suelo está listo para la aplicación y que disponemos de un nematocida granulado. Preparamos un tractor con una sembradora de chorro depositando el nematocida como en el caso de que fuera un fertilizante el que se va a aplicar al suelo. Graduamos la sembradora para que pueda depositar el nematocida en surcos de 15 a 25 centímetros de profundidad y a una distancia de 20 centímetros entre surco y surco. Terminada la operación, pasamos en seguida un rodillo apizoador del suelo y con esto la operación está terminada.

Cuando se trate de un nematocida líquido se adapta un tanque al tractor y la operación es la misma. El nematocida líquido también puede incorporarse al suelo con las aguas de riego, con riego por aspersión y si las áreas son pequeñas como en el caso de los semilleros, pueden usarse regaderas.

c) *Aireación del suelo.*

Cuando pasamos el rodillo después de aplicar el nematocida procuramos que en esta forma los gases que se forman dentro del suelo no salgan y se pierdan en la atmósfera. Es necesario dejar que el nematocida en estas condiciones haga su acción mortífera durante el tiempo que sea recomendado; pero en seguida, es decir, después de la aplicación, es necesario pasar en el suelo una cultivadora o una rastra o rastrillo para conseguir que los vapores del nematocida abandonen el suelo. Si no se ejecuta esta operación unos 10 o 15 días antes de la siembra o al trasplante, habrá problemas con la germinación o el trasplante.

Equipo de aplicación:

Como hemos visto, el equipo de aplicación va desde una regadera hasta un tractor. Depende como dijimos, de la forma en que se presente el nematocida y las recomendaciones para su uso. Podemos usar: regaderas, mangueras, bombas asperjadoras, inyectores, tractores equipados convenientemente, etc.

Precauciones:

Todos los nematocidas en general son tóxicos y venenosos para los animales y el hombre. Deben tomarse para su uso, las precauciones del caso. Debe evitarse especialmente ser ingeridos o tocados con las manos e inhalados. Se recomienda el uso de mascarillas, guantes, anteojos y ropa especial cuando se estén manejando estos compuestos químicos.

Recomendación final:

¿Es económico combatir con nematocidas los nemátodos que se encuentran destruyendo desde hace muchos años nuestras plantaciones de café?

Nosotros creemos que en aquellas plantaciones donde la infestación está muy avanzada, no es conveniente llevar a cabo gastos innecesarios; pero sí recomendamos que tanto los semilleros como los almacigos sean hechos en suelos tratados perfectamente con nematocida. Además, debe preverse que los campos a donde se hará el trasplante, estén libres de nemátodos. En esta forma ahorraremos tiempo y esfuerzos.

Si en nuestros cultivos no controlamos a tiempo y constantemente a los nemátodos parasíticos, llegará el momento en que cualquier esfuerzo para lograr su control será inútil.

CONCLUSIONES

- 1) Se comprobó la existencia de nemátodos parasíticos en las plantaciones de café de la costa sur de Guatemala.
- 2) Debido a que el café es actualmente la primera fuente de divisas del país, es imperativo iniciar una consciente y tesonera investigación tendiente a comprobar la existencia de nemátodos en otras zonas cafetaleras de la república.
- 3) Para poder determinar las pérdidas que estos parásitos están causando a los caficultores, se necesita hacer, mediante estudios económico-agrícolas, una evaluación de los daños ocasionados a la industria del café en Guatemala.
- 4) Se impone la urgencia de legislar adecuadamente en el sentido de reglamentar e imponer las medidas fitosanitarias para el control de nemátodos parasíticos que puedan ingresar al país, en semillas, tubérculos, bulbos, rizomas o en cualquier propágulo capaz de contener huevos, larvas o nemátodos adultos.
- 5) Que las autoridades de agricultura colaboren con los caficultores en el control de esta plaga como una medida de protección a los intereses nacionales.
- 6) Considerando que en el medio rural existe un desconocimiento de la existencia de esta plaga, es conveniente llevar a cabo programas de divulgación en todas las formas posibles, enfatizando los métodos prácticos de control.
- 7) Para poder iniciar acciones de control, se necesita establecer estaciones experimentales en cada zona cafetalera donde se investiguen los medios más adecuados y económicos para el control de esta plaga.
- 8) Interesar a las casas productoras de nematocidas para que colaboren con estas estaciones experimentales, mencionadas en el punto anterior, suministrando materiales de investigación para determinar su efectividad práctica en el control de nemátodos en Guatemala.
- 9) Que los señores caficultores, por medio de la Asociación Nacional del Café, colaboren para que las estaciones expe-

rimentales indicadas en el punto 7, se mantengan dotadas de todos los elementos necesarios para desarrollar su labor.

- 10) Que la Facultad de Agronomía gestione becas para que profesionales guatemaltecos puedan llevar a cabo en el exterior, cursos de nematología, principalmente en las estaciones experimentales ya establecidas en otros países con condiciones similares al nuestro.
- 11) Que la Facultad de Agronomía continúe la labor de investigación que ha iniciado y divulgue los resultados obtenidos hasta la fecha, para que los señores caficultores se den cuenta de que la Universidad se preocupa e interesa por los problemas agrícolas que afectan la economía del país.

RECOMENDACIONES

Para el logro de las conclusiones expuestas anteriormente, me permito sugerir una sola recomendación que, a mi juicio, involucra todo lo que creo es necesario hacer para lograr los objetivos que se persiguen:

- 1) La creación de un Departamento especial de Estudios Nematológicos, adscrito a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, con funciones específicas de investigación y control. Sus objetivos principales serían los siguientes:
 - a) Llevar a cabo estudios sobre nemátodos parásitos que en la actualidad están causando daños a las plantaciones de café en Guatemala.
 - b) Efectuar estudios económico-agrícolas con el objeto de evaluar los daños que los nemátodos están causando a la industria del café, a fin de determinar si su control es económico o no en ciertas zonas.
 - c) Establecer estaciones experimentales en las zonas cafetaleras del país.
 - d) Colaborar con el Estado, proponiendo las leyes que sean necesarias para controlar el ingreso al país de nemátodos parásitos que puedan inmigrar en las semillas o propágulos. Asimismo, recomendar las medidas de control interno para prevenir la difusión de

esta plaga y las técnicas de control más adecuadas para que los caficultores las puedan realizar sin menoscabo a su economía.

- e) Divulgar los resultados de las investigaciones y establecer las normas que, derivadas de estas mismas investigaciones, deban llevarse a cabo para el mejor control de los nemátodos.
- f) Periódicamente provocar reuniones en el campo, con caficultores de cada zona del país, a fin de hacer demostraciones prácticas sobre el control de nemátodos.
- g) Entrenar personal guatemalteco para trabajos de campo, laboratorio e investigación, mediante la contratación por tiempo determinado, de personal técnico especializado en el exterior.
- h) Procurar que personal guatemalteco profesional, efectúe estudios superiores de nematología en el exterior.
- i) El financiamiento de este Departamento probablemente no sería un problema si se argumenta su importancia, basándose en que el café ha sido, es y seguirá siendo por algún tiempo aun, la principal fuente de ingreso de divisas al país y de donde depende, en gran parte, la estabilidad económica de la nación.
- j) Con la ayuda de asociaciones afines, de las compañías fabricantes de nematocidas que tienen centros experimentales propios y que patrocinan otros ajenos en distintos países, así como con la colaboración de los señores caficultores y del Estado, estamos seguros que la creación y funcionamiento de este Departamento de Nematología, sería una realidad muy pronto.

José Guillermo Pacheco de León

Vo. Bo.

Dr. Marco Antonio Orellana
Asesor

Imprimase:

Ingeniero Marco Tulio Urizar
Decano

Guatemala, Septiembre 20 de 1962.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Marco Tulio Urizar M.
Presente.

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para comunicarle que en cumplimiento de lo resuelto al respecto por la Junta Directiva, he proporcionado al Ingeniero Agrónomo Infieri, José Guillermo Pacheco de León, la Asesoría que se ha servido requerirme para la elaboración de su trabajo de Tesis titulado Reconocimiento de Géneros de Nemátodos que Parasitan el Café en la Zona Sur de Guatemala.

He revisado el trabajo final, y habiéndolo encontrado satisfactorio y ajustado a los principios técnicos en que se basa dicha Tesis, le he dado mi aprobación.

Lo que le informo para su conocimiento y efectos consiguientes.

Soy de usted atento y seguro servidor,

Dr. Marco Antonio Orellana

A s e s o r

BIBLIOGRAFIA

- 1) A Manual of Agricultural Helminthology. Por I. N. Fillipjev y J. G. Schuurmans Stekhoven Jr. Leiden, 1959.
- 2) Boletín Informativo del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. Suplemento No. 1. 1960.
- 3) Café. Turrialba, C. R. Vol. I. No. 1.
- 4) Estudio sobre el Control de la Nudocidad de la Raíz del Tomate Incitada por el Nemátodo Meloidogyne exigua. Tesis, por Pedro Antonio Escobar. Escuela de Agricultura, Guatemala.
- 5) Golden Nematode Handbook. U. S. Agricultural Research Service U. S. Dpt. of Agriculture. July, 1954.
- 6) Nematology. Fundamentals and Recent Advances with Emphasis on Plant Parasitic and Soil Forms. Por J. N. Sasser y W. R. Jenkins.
- 7) Nematología. International Journal of Nematology Research. Vol. I No. 1 y 3; Vol. II No. 2; Vol. IV No. 4; Vol. V No. 1.
- 8) Nematodes and Their Relationships. Por N. A. Cobb. From Yearbook of Department of Agriculture for 1914.
- 9) Proceedings of the Shell Nematology Workshop, 1957.
- 10) Pictorial Key to Genera of Plant Parasitic Nematodes. Por W. F. Mai y H. H. Lyon. Department of Plant Pathology, New York State College of Agriculture (a unit of the State University of New York), Cornell University, Ithaca, New York, U.S.A. 1960.
- 11) Plant Nematodes, Their Bionomics and Control. Por Jesse R. Christie. University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A. 1959.
- 12) Revista de Investigaciones Agrícolas. Ministerio de Agricultura de la República Argentina. Tomo I No. 3.
- 13) Selecciones del Readers' Digest. Abril de 1960.
- 14) Turrialba, Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. Vol. VIII No. 1.
- 15) The Soil Science Society of Florida. Vol. XII. 1952.
- 16) Toxocological Information on Cyanamid Pesticides. 1960.