



CRIA Norte

Cadena de cardamomo

PROSPECCIÓN DE LA NEMATOFAUNA ASOCIADA A LA RIZOSFERA DEL CARDAMOMO *Elettaria cardamomum* Maton, EN GUATEMALA

- * Roberto Morales Lima,
- ** Claudio Nunes Zuffo,
- * Elsa García
- *** Manuel Mundo-Ocampo,
- * (ICTA), ** (CECI-UNITERRA), ***(UC RiverSide)

Cobán, Alta Verapaz, Guatemala

Marzo del 2019

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Contenido	Pag.
Resumen	6
Abstract	7
1. Introducción	8
2. Marco teórico	9
2.1 Morfología	9
2.2 Cutícula del cuerpo.	9
2.3 Cavidad corporal.	10
2.4 Región de la cabeza.	10
2.5 Sistema digestivo.	10
2.6 Sistema excretor.	10
2.7 Tipo de reproducción y sistema reproductivo.	10
2.8 Sistema reproductivo de la hembra.	10
2.9 Sistema reproductivo del macho.	11
2.10 Ciclo d vida	11
2.11 Clasificación por hábitos alimenticios.	11
3. Objetivos del estudio.	12
3.1 Objetivo específico.	12
4. Metodología.	12
4.1 Localidad y época.	12
4.2 Diseño experimental.	13
4.3 Tratamientos.	13
4.4 Tamaño de la unidad experimental.	13
4.5 Variables de respuesta.	13
4.6 Manejo del experimento	13
4.6.1 obtención de las muestras.	13
4.6.2 Extracción de nematodos	13
4.6.3 Fijación d nematodos	13
4.6.4 Análisis	13
5. Resultados	14
5.1 Densidad poblacional d Fitoparásitos por muestra	14
5.2 Identificación morfológica de las especies aisladas	15
6. Discusión	17

7. Conclusiones	24
8. Recomendaciones	24
9. Agradecimientos	24
10. Referencias	24
11. Anexos	27

Resumen

Guatemala es el mayor exportador mundial de cardamomo, con un promedio anual de 35.000 toneladas, producida por aproximadamente 300.000 pequeñas familias, situadas, en su gran mayoría, en el norte del país. No obstante, su importancia económica, poco es lo que se conoce sobre la nematofauna asociada a este cultivo, en Guatemala, particularmente, en las actuales regiones productoras.

Se presentan los resultados de los grupos de nematodos, obtenidos por medio de la observación morfológica de especímenes extraídos de muestras provenientes de los departamentos de Quiché y Alta Verapaz, Guatemala.

Los resultados fueron significativamente diferentes con respecto a los reportados en la India y en la región sur de Guatemala. Los grupos de nematodos identificados fueron, en importancia numérica, nematodos de vida libre, *Dorylaimus* spp., Criconematidos, *Paratylenchus* spp. nematodos benéficos y *Xiphinema* spp.; de los cuales los géneros *Paratylenchus* spp. y *Xiphinema* spp. podrían potencialmente presentar algún problema.

En ausencia de síntomas claros de daño de nematodos en los cardamomales de la franja transversal del norte, sumado a la escasa presencia de grupos de nematodos de importancia económica y al elevado costo de ejecución de programas de control; no se justificaria promover, en la actualidad, programas dirigidos al manejo de nematodos en las fincas de cardamomo del norte de Guatemala.

Palabras clave: *Elettaria cardamomum*, Nematodos, Guatemala

Abstract

Guatemala is the world's largest exporter of cardamom, with an annual average of 35,000 tons, produced by approximately 300,000 small families located mostly in the north of the country. Despite its economic importance, little is known about the nematodes associated with this crop in Guatemala, particularly in the current producing region.

They are presented results obtained by morphological observation of specimens taken from samples from the departments of Quiché and Alta Verapaz, Guatemala,

The results obtained were significantly different from those reported in India and the southern region of Guatemala. The groups of nematodes identified were, in numerical importance, free-living nematodes, *Dorylaimus* spp., Criconematids, *Paratylenchus* spp. beneficial nematodes and *Xiphinema* spp. The genera *Paratylenchus* spp. and *Xiphinema* spp. they could potentially present some problem.

In the absence of clear symptoms due to nematode damage in cardamom fields of the northern cross-section, added to scarce presence of nematode groups of economic importance and high cost of execution of control programs; it is not justified to promote, at present, programs the management of nematodes in the cardamom crops of northern Guatemala.

Keywords: Eleocharis cardamomum, Nematodes, Guatemala

1. Introducción

Los nematodos parásitos de plantas pueden tener un considerable efecto sobre los cultivos, con importantes impactos económicos y sociales. Con la limitación y prohibición del uso de muchos nematicidas, es imperativo el desarrollo de programas de control de estas plagas vegetales; para ello, es necesario contar con conocimientos taxonómicos de las poblaciones presentes, su biología y relación con la planta huésped.

Guatemala es el mayor exportador de cardamomo, representando el cuarto rubro de exportación agrícola. Con un promedio anual de 35.000 toneladas, genera ingresos anuales de U\$ 150 a 200 millones (Juan M. Durini 2017, *com.pers.*). Casi la totalidad de la producción es generada por 300.000 pequeñas familias agricultoras, situadas en zonas remotas y distanciadas de las vías de acceso (GU-M1055 2014).

En el continente Indio, se han reportado hasta 20 géneros de nematodos fitoparásitos en suelos y raíces de cardamomo Ali (1983), siendo los más importantes: *Meloidogyne incognita*; *M. javanica*; *Radopholus similis*; *Pratylenchus* sp.; *P. coffea*; *Rotylenchus* sp.; *Trichodorus minor* y *Tylenchor hynchuus* sp.

En la India, *Meloidogyne incognita* ha causado pérdidas severas de hasta el 80%, mientras que *Pratylenchus coffeae* y *Radopholus similis* han causado pérdidas en plantaciones mixtas (Ramana y Eapen, 1992). Los principales síntomas reportados a causa de los nematodos son: retraso en el crecimiento, rizado, estrechamiento, aparición de bandas amarillas, secado de las hojas, retraso en la floración y caída de la fruta inmadura (Anónimo, 1972, 1989).

Estudios provenientes del continente Indio, muestran que las poblaciones de nematodos se incrementan pasado el monzón (estación lluviosa), en suelos con importante sombra y clima cálido (Thomas y Suseela Bhai, 2002).

En el presente trabajo, se presentan los resultados de la prospección de nematodos realizada en la rizósfera del cardamomo, en los departamentos de Quiché y Alta Verapaz, Guatemala.

Estos resultados fueron obtenidos fundamentalmente en la observación anatómica de especímenes extraídos en 29 muestras. En ella se incluyen tanto parásitos de plantas como algunas especies encontradas de vida libre.

Finalmente, es oportuno recalcar que ningún trabajo formal sobre la nematofauna asociada al cardamomo ha sido realizado en las actuales áreas productoras del norte de Guatemala.

2. Marco teórico

Los nematodos son animales no segmentados parecidos a gusanos filiforme, de donde deriva su nombre en griego (nema = hilo). Ellos son los metazoos (animales pluricelulares constituidos por células diferenciadas y agrupadas en tejidos y órganos), más numerosos en la tierra. Son de vida libre o parásitos de plantas y animales, siendo mayoritariamente acuáticos (Cobb, 1915).

Los nematodos dependen de la humedad para su locomoción y vida activa, siendo la humedad del suelo y humedad relativa factores ambientales que afectan directamente la vida del nematodo. La estructura del suelo es influyente, como su porosidad, que afecta la facilidad con que los nematodos pueden moverse a través de los intersticios.

En general, los suelos arenosos proporcionan el mejor ambiente para los nematodos terrestres, pero los suelos arcillosos pueden ser colonizados por nematodos especializados, como *Hirschmanniella* y *Paralongidorus*. El pH del suelo puede igualmente afectar a los nematodos y en menor grado la temperatura (Decraemer, y Hunt 2006).

Actualmente solo se han descrito unas 4100 especies de nematodos parásitos de plantas. (es decir, el 15% del número total de especies de nematodos conocidas). Se ha estimado que un solo acre de tierra cultivable puede contener 3,000,000,000 nematodos.

2.1 Morfología

A pesar de su gran diversidad, los nematodos muestran una relativa uniformidad de sus cuerpos consistiendo en un cilindro externo (pared del cuerpo) y un cilindro interno (sistema digestivo), separados por una cavidad pseudocoelómica llena de líquido que contiene una serie de células y órganos. Alrededor del 99% de todos los nematodos conocidos tienen una forma de cuerpo cilíndrica larga y delgada, redondo en sección transversal y estrechándose hacia ambos extremos.

Los nematodos de vida libre y parásitos de plantas son, en su mayoría, más pequeños de 1 mm de longitud, aunque algunas especies pueden exceder en gran medida 12 mm.

2.2 Cutícula del cuerpo

La mayoría de los nematodos poseen una cutícula, cuya estructura puede ser extremadamente variable no solo entre diferentes taxones, sino también entre sexos y etapas de desarrollo (Decraemer *et al.*, 2003). Las cutículas varían desde simples y delgadas a estructuras altamente complejas. La cutícula del cuerpo se invagina en la abertura de la boca, poro, vulva y ano. Como los nematodos carecen de un esqueleto y un sistema muscular circular, la cutícula funciona como un sistema que previene la deformación radial del cuerpo. Cuando los músculos longitudinales se contraen durante la locomoción ondulatoria, la cutícula juega un papel en el mantenimiento de la forma del cuerpo. La cutícula, junto con la epidermis, también funciona como una barrera para los elementos nocivos en el medio ambiente y al ser semipermeable, desempeña un papel en la secreción-excreción o absorción de sustancias.

2.3 Cavity corporal

La cavidad corporal es una estructura secundaria que carece de mesenterio y está forrada por los músculos somáticos. Esta cavidad, llena de líquido, baña los órganos internos y contiene algunas células ameboides grandes llamadas pseudocoelomocitos. Estas varían en número, tamaño y forma y su función incluye la osmorregulación, secreción y transporte de material. El fluido pseudocoelómico actúa como parte del sistema de presión generando turgides, pero también cumple alguna función circulatoria.

2.4 Región de la cabeza

El patrón básico es la presencia de seis labios alrededor de la abertura de la boca, (dos labios sub-dorsales, dos sub-ventrales y dos laterales). Los labios se pueden fusionar dos por dos resultando en tres labios, uno dorsal y dos ventro-sublaterales (*Ascaris*), o los labios laterales pueden estar reducidos o ausentes (Loof, 1964).

2.5 Sistema digestivo

La diversidad de fuentes de alimentos y métodos de ingestión se refleja en la diversidad de la estructura del sistema digestivo. En general, este sistema consta de tres regiones: estomodeo; mesenteron; y proctodeo. Solo el mesenteron o el intestino medio es de origen endodérmico, siendo el estomodeo de origen ecto-mesodérmico y el proctodeo o recto formado por el ectodermo.

2.6 Sistema excretor

En términos fisiológicos, el sistema excretor tiene una función secretora y osmoreguladora más que una función excretora. El sistema es glandular, que consiste generalmente en una glándula ventral conectada a un poro ventral, cuya parte terminal está recubierta por una cutícula.

2.7 Tipo de reproducción y sistema reproductivo.

La mayoría de los nematodos son dioicos (sexos separados) pero existen individuos hermafroditas. Estos últimos suelen tener la apariencia de hembras. Las especies se reproducen por fertilización cruzada. Reproducción por partenogénesis, donde el desarrollo ocurre a través de hembras que producen descendientes femeninos (sin fertilización), o autofertilización en hemafroditas (donde los gametos masculinos y femeninos están presentes).

2.8 Sistema reproductivo femenino

El sistema básico es didelfo (compuesto de dos úteros), que se extienden en direcciones opuestas) y conectados a una sola vagina. Existe un sistema con un solo útero denominado monodelfo. En los sistemas didélficos, la vulva se encuentra aproximadamente en la mitad de la longitud del cuerpo, aunque puede ser más anterior, en condiciones monodélficas. Cada rama genital consiste en un ovario (= gónada) y un gonoducto. El gonoducto consiste en oviducto y útero y puede tener uno o dos esfínteres (válvulas) y una espermateca.

2.9 Sistema reproductor masculino

Los nematodos pueden tener una sola gónada o testículo o dos. En los Longidoridae, el sistema reproductor masculino consta de dos testículos. El gonoducto consiste en un solo conducto deferente, que se abre en la cloaca. La parte posterior del testículo o la parte anterior del conducto deferente pueden formar una zona de almacenamiento de esperma. Las glándulas eyaculadoras pueden estar asociadas al conducto deferente.

El aparato de copulación generalmente consiste en dos espículas iguales. Las espículas rara vez están ausentes y se forman por invaginación gradual de la pared posterior de las bolsas espiculares. En varios taxones, las espículas se diferencian y muestran ornamentaciones, tales como estrías, cerdas, velos ventrales o velas subventrales, que son de importancia taxonómica.

2.10 Ciclo de vida

Los nematodos típicamente tienen una etapa de huevo, cuatro etapas juveniles y el adulto. El huevo suele ser cilíndrico con un corion (cáscara de huevo), de diferente grosor. Los huevos pueden ser depositados individualmente o en masa; en este último caso se depositan dentro de una masa gelatinosa (nematodos del nudo de la raíz) o protegidos dentro de un quiste resistente formado en el cuerpo de la hembra muerta. La mayoría de los nematodos mudan cuatro veces antes de convertirse en adulto, aunque hay nematodos, como ciertas especies de *Xiphinema*, que tienen vida de ciclos cortos con solo tres mudas.

En los Longidoridae y Trichodoridae, los juveniles que nacen de huevo es el Juvenil 1, mientras que en *Tylenchomorpha* es el Juvenil 2, la primera muda ocurre dentro el huevo.

Antes de alcanzar la madurez, los juveniles generalmente se parecen a la hembra adulta, diferenciándose en la ausencia de un sistema reproductivo maduro y en proporciones. La fase juvenil está especializada para la dispersión y para sobrevivir a condiciones inhóspitas.

El ciclo de vida de los nematodos puede, según la especie, variar desde unos pocos días hasta más de un año. Las hembras suelen ser ovíparas, pero en algunos grupos los huevos pueden eclosionar dentro del cuerpo de la hembra (oviviparidad), que generalmente resulta en su muerte.

2.11 Clasificación por hábitos alimenticios.

Los nematodos muestran una amplia gama de hábitos alimenticios o tropismos. Algunas especies de nematodos son micrófagos, se alimentan de pequeños microorganismos, mientras que otros, se alimentan de materia orgánica muerta y en descomposición.

Muchas especies son fitófagos y se alimentan directamente de las plantas, mientras que otras son depredadoras.

El parasitismo de invertebrados y vertebrados es común. Hay tres tipos principales de parasitismo en plantas: ectoparasitarias; endoparasitarios; y semiendoparasitic.

Ectoparasito: el nematodo permanece en el suelo y no ingresa a los tejidos de la planta, se alimenta utilizando el estilete para perforar las células de la planta. La mayoría de las especies ectoparasitas siguen siendo móviles, mientras que otros, se adhieren permanentemente a la raíz por el estilete.

Endoparasitos: el nematodo penetra por completo el tejido de la raíz. Los endoparásitos migratorios, como *Pratylenchus* y *Radopholus*, conservan su movilidad y no tienen un sitio de alimentación fijo dentro del tejido de la planta, mientras que los sedentarios más evolucionados tienen un sitio específico de alimentación.

Semi-endoparasito: solo la parte anterior del nematodo penetra en la raíz, mientras la parte posterior queda al exterior.

Las categorías anteriores no son concluyentes, ya que algunos géneros pueden ser semi-endoparasitario o ecto-endoparasitario migratorio dependiendo de la planta hospedera. En los ectoparásitos y en la mayoría de los endoparásitos migratorios, cualquier etapa vermiforme puede alimentarse, pero en aquellos nematodos parásitos de plantas donde la hembra se vuelve sedentaria, la etapa infecciosa suele ser la Juvenil 2. Esto se observa en las especies de *Heterodera* / *Globodera* y *Meloidogyne*.

3. Objetivos del estudio.

Contribuir al conocimiento de la nematofauna asociada al cardamomo con el fin de establecer las bases de manejo de nematodos en el cultivo del cardamomo.

3.1 Objetivo específico

- Conocer la diversidad de nematodos asociados a la rizósfera del cardamomo en Guatemala.
- Identificar las especies que causan daño económico.

4. Metodología

4.1 Localidad y época.

Las tomas de muestras se realizaron en 9 localidades, seleccionadas en función de la edad del cultivo, entre 5 a 12 años de establecido y la altitud.

1. Chiyo Centro, San Pedro Carcha, A.V., 1000 a 1300 msnm
2. Chiquisis, San Pedro Carcha, A.V., 1200 a 1300 msnm
3. Chisap, San Pedro Carcha, A.V., 600 a 800 msnm
4. Crucero, Panzos, A.V., 500 a 700 msnm
5. Cancoy, Panzos, A.V., 600 a 800 msnm
6. Telemán, Panzos, A.V., 600 a 750 msnm
7. Ixtahuacán Chiquito, Ixcán, Quiché, 250 a 300 msnm
8. Los Angeles, Ixcán, Quiché, 250 a 300 msnm

9. Senahu, A. V. 800 a 1000 msnm

4.2 Diseño experimental.

Sin diseño experimental.

4.3 Tratamientos.

Por tratarse de una primera prospección de la zona cardamomera de la franja Transversal del norte, el trabajo no contempla la evaluación del algún tratamiento.

4.4 Tamaño de la unidad experimental.

Cinco macollos. En cada macollo se tomarán cuatro sub muestras para la obtención de una compuesta por macollo. Profundidad de muestreo 0.30 m. Cada submuestra se tomará a 0.60 m de la base del cardamomo.

4.5 Variables de respuesta.

1. Densidad poblacional de fito parásitos por muestra
2. Identificación morfológica de las especies aisladas
3. Altitud
4. Ph del suelo

4.6 Manejo del experimento.

4.6.1 Obtención de las muestras

Con la ayuda de un barreno de tornillo, se tomaron las muestras en la zona de goteo, posteriormente fueron empacadas en bolsas de polietileno y etiquetadas de acuerdo con los datos que obran en el anexo. El Ph, humedad, sombra y temperatura fueron tomados con la ayuda de un medidor de tierra 4 en 1, GENERAL DSMM600. Las muestras de raíces, fueron cortadas con la ayuda de una tijera, embolsada y etiquetada. Una vez empacadas fueron transportadas al Laboratorio del ICTA Labor Ovalle, Olinztepeque, Quetzaltenango. Donde se procedió a la extracción de los nematodos.

4.6.2 Extracción de Nematodos:

Para nematodos ectoparásitos se combinaron los métodos tamices más embudos de Bearman y tamices más centrifugación y para endoparásitos se combinaron el licuado más centrifugación, y licuado más embudos de Bearman.

4.6.3 Fijación de nematodos:

La fijación, se realizó por medio del método Seinhorst (1966), para matar nematodos, se hicieron montajes permanentes y micro fotografías, para verificar nematodos reportados y para especímenes no reportados y dudosos. Para su confirmación; serán enviados al Dr. Manuel Mundo-Ocampo, Universidad de California RiverSide.

4.6.4 Análisis:

El primer análisis fue el recuento de nematodos fito-parásitos y no-fito parásitos.

El segundo fue correr las claves de identificación contenida para el infra orden Tylenchida (Siddiqui, 2000) para determinar los nematodos fito-patógenos del cultivo de cardamomo franja Transversal del Norte.

5. Resultados

5.1 Densidad poblacional de fitoparásitos por muestra.

Se realizó la extracción de nematodos ectoparásitos del cultivo de cardamomo por los métodos de centrifugación en azúcar de Caveness y Col (1955) combinado y embudo de Bearman (Agrios, 1991), agregado con el uso de los tamices 38 y 426 “opening micrometer” para reducir el volumen de suelo. Se recibieron 28 muestras de la rizosfera en bolsas plásticas, se conservaron a 5° C. Los resultados de las extracciones son presentados en el cuadro 2.

Cuadro 1. Población de nematodos extraídos de suelo plantado con cardamomo.

No.	Lugar	Poblaciones	
		Centrifugación	Bearman
1	Chiyo, Carcha, A.V.	232	314 NS
2	Chiyo, Carcha, A.V.	142	236 NS
3	Chiyo, Carcha, A.V.	50	052 NS
4	Chiyo, Carcha, A.V.	99	110 NS
5	Ixtahuacan. Ixcán, A. V.	250	117 NS
6	Ixtahuacan. Ixcán, A. V.	135	172 NS
7	Ixtahuacan. Ixcán, A. V.	109	136 NS
8	Ixtahuacan. Ixcán, A. V.	200	213 NS
9	Los Angeles Ixcán, A. V.	148	106 NS
10	Los Angeles Ixcán, A. V.	221	565 NS
11	Los Angeles Ixcán, A. V.	205	523 NS
12	Los Angeles Ixcán, A. V.	251	285 NS
13	Chiquisis, Carcha, A. V.	186	375 NS
14	Chiquisis, Carcha, A. V.	71	446 NS
15	Chiquisis, Carcha, A. V.	59	260 NS
16	Chisap, Carcha, A.V.	139	144 NS
17	Chisap, Carcha, A.V.V.	747	601 NS
18	Chisap, Carcha, A.V.	1716	062 NS
19	Crucero, Panzos, A.V.	943	238 NS
20	Crucero, Panzos, A.V.	298	084 NS
21	Crucero, Panzos, A.V.	606	151 NS
22	Cancoy, Panzos, A.V.	589	027 NS
23	Cancoy, Panzos, A.V.	177	073 NS
24	Teleman, Panzos, A.V.	65	113 NS
25	Teleman, Panzos, A.V.	100	085 NS
26	Senahu, A. V.	27	064 NS
27	Senahu, A. V.	61	145 NS
28	Senahu, A. V.	113	042 NS

NS= No hay significancia estadística. Test t.

5.2 Identificación morfológica de las especies aisladas.

Los resultados del reconocimiento morfológico tuvieron como punto de partida la clave de diferenciación morfológica desarrollada por (Mai, 1975) y enriquecida con los criterios asentados por (Sidiqi, 2000). En función de este proceso, en primer término, se hizo la diferenciación del órgano bucal de cada espécimen observado. Los Hemicriconemoides aislados fueron identificados inicialmente como fitopatógenos por la presencia del estilete alargado, robusto, con nódulos basales muy unidos a la vulva, con el isthmus no observado, y porque al posar en vista ventral, presento anulaciones prominentes. Con estos criterios se determinaron como miembro de la familia Hemicriconemoides, para determinar la especie, se realizaron los conteos del número de anillos, según (Sidiqi, 2000).

Se observaron nematodos de cuerpo robusto, en vista lateral con anulaciones, con órgano bucal sin estilete, este resultado se registró como Hemicriconemoides de vida libre (VL), porque carecen del órgano que los determinan como individuos que se alimentan de vegetales en vida, con presencia de espinas cuticulares, lo que significa presencia de Criconematidos.

Se determinaron poblaciones de la familia Dorylaimida, partiendo del análisis del órgano bucal, éstos géneros se caracterizan por poseer dentro de la cavidad bucal el estilete en forma de hoja de navaja, por debajo en forma serpenteante el lumen del esófago. Se verificó la forma de la porción basal del alargamiento del esófago y la presencia de la válvula entre el esófago-intestino. Otras características analizadas fueron: Los labios con dos lóbulos partidos y que el estilete puede sacarse o alargarse, situación que se verificó al observarse tanto el estilete alojado por debajo de la cavidad, como fuera de ella.

Otro fitófago de importancia encontrado, *Xiphinema* probablemente *americanum*, coincidió con los especímenes impresos por (Mai, 1975), que en su morfología tiene un estilete desarrollado, sobre las pestañas abultadas, muy semejantes a nódulos basales y sobre todo la longitud de dicho órgano de las hembras y la inclinación lateral sobre la porción basal del esófago.

Se observaron fitófagos con semejanza al género *Trichodorus*, las observaciones se han asentado sobre la forma del cuerpo rollizo gris oscuro, con el estilete curvo ligeramente corto e inclinado, el cual es un rasgo único de este género.

Otros fitófagos de importancia son los del género *Paratylenchus* spp., observado entre los pobladores de la rizosfera del cardamomo y separado eficientemente por los métodos aplicados en el trabajo de decantación, el primer rasgo que llamó la atención, fue su forma de coma en el fondo de las cámaras de contaje, (Mai, 1975), reportó esta característica como C, a partir de éste rasgo distintivo, se hace las comparaciones necesarias; en la parte posterior de la cola se observó un pequeño apéndice abultado y la forma de C, que probablemente identifican a las hembras de este género, las finas anulaciones corporales coincidieron y se observó si hay ausencia en la región de la cabeza de anulaciones y se compararon otras características.

Se presentan los resultados de los fitófagos identificados en las muestras de la rizosfera de cardamomo; con base a los antecedentes presentados y los resultados obtenidos, y los géneros reportados en el sub continente Indio, Costa Rica y por la FAUSAC, se observa variabilidad de los géneros que se han adaptado a infectar al cardamomo de acuerdo al suelo, clima, composición florística de los sitios en estudio.

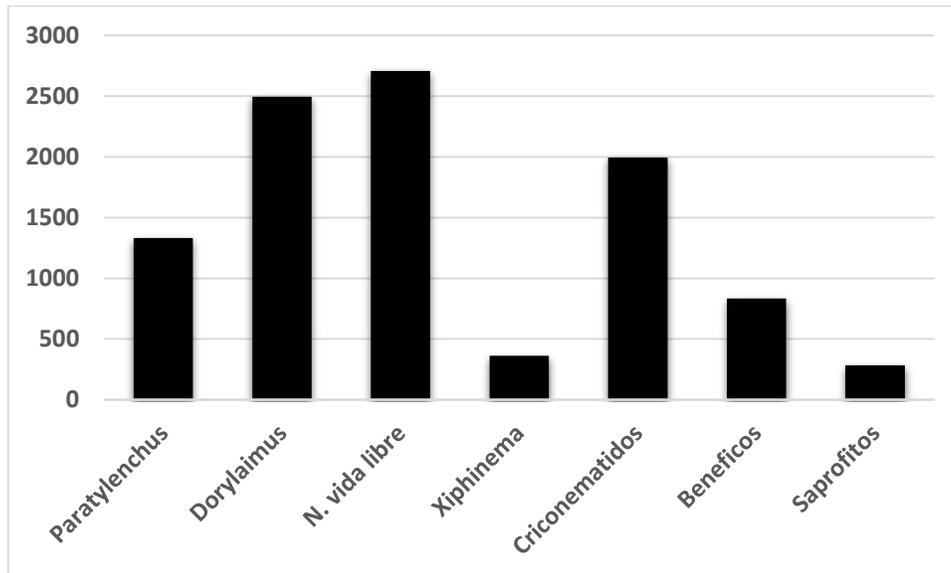


Fig. 1. Numero de nematodos extraídos en las 28 muestras recolectadas.

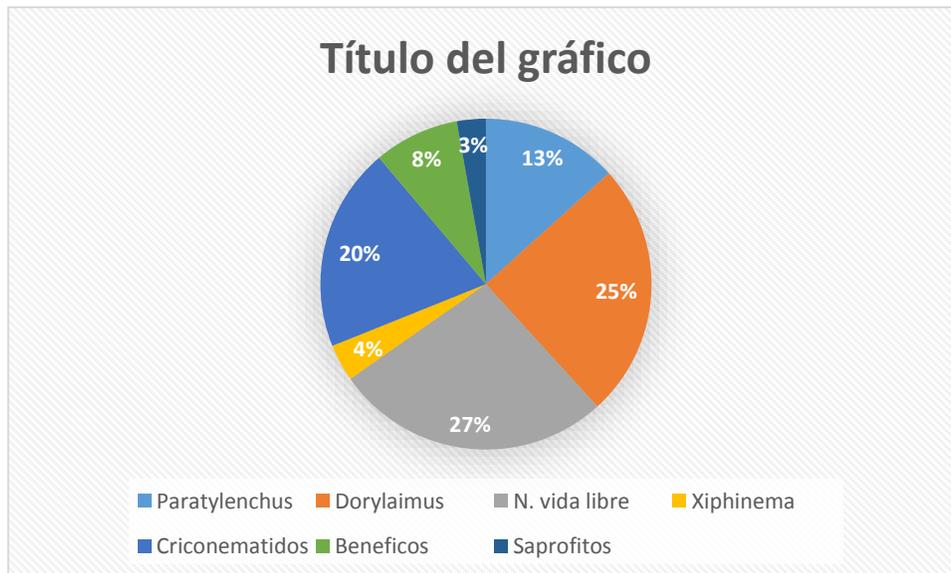


Fig 2. Porcentaje para cada una de las categorías de nematodos encontrados.

6. Discusión

El grupo de nematodos más numeroso en la rizosfera del cardamomo de la región norte de Guatemala son los de vida libre.



Estos nematodos, conocidos como micro-gusanos redondos por su cuerpo perfectamente cilíndrico, son un gran grupo de organismos de vida libre. Son cosmopolitas, habitan ambientes marinos, en agua dulce y en el suelo, Los nematodos de vida libre son parte importante de la zoofauna y de la cadena trófica del suelo, alimentándose de bacterias, levaduras, hifas de hongos y algas.

Fig. 3 Nematodos de vida libre.

Estos nematodos, conocidos como micro-gusanos redondos por su cuerpo perfectamente cilíndrico, son un gran grupo de organismos de vida libre. Son cosmopolitas, habitan ambientes marinos, en agua dulce y en el suelo, Los nematodos de vida libre son parte importante de la zoofauna y de la cadena trófica del suelo, alimentándose de bacterias, levaduras, hifas de hongos y algas, pudiendo ser saprozoicos o coprozoicos. Las especies depredadoras pueden comer rotíferos, tardígrados, pequeños anélidos y otros nematodos. Estos animales cuando están en el suelo pueden ser presa de ácaros, larvas de insectos y hasta de hongos que los capturan. La mayoría de estos nematodos miden 1 mm. de largo, encontrándose algunas especies microscópicas (Ruppert y Barnes, 1996). Es comprensible observar que este grupo de nematodos sea el más numeroso con un 27% (Fig. 2), del total de nematodos encontrados, ya que los suelos de los cardamomales son, generalmente, ricos en materia orgánica y con escaso a nulo manejo químico por parte del productor.



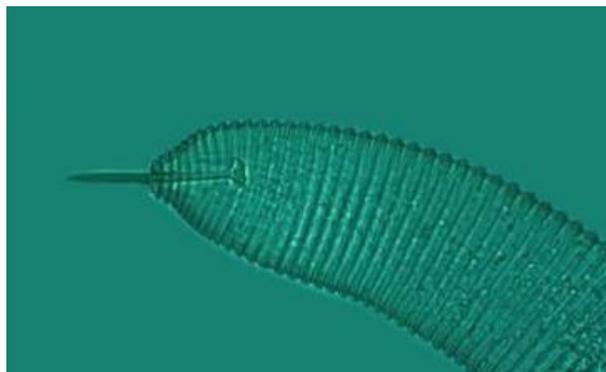
El segundo grupo en importancia numérica pertenece al género *Dorylaimus* spp. Con un 25 % del total de nematodos encontrados. Son nematodos grandes, de 2 a 9 mm de largo con una cutícula gruesa con crestas longitudinales.

Fig. 4 *Dorylaimus* sp. con odontostilete extendido

Según Yeates *et al.*, (1993), son nematodos omnívoros pudiendo alimentarse de diferentes fuentes según las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimentos. Los *Dorylaimus* spp. tienen un gran diente hueco que se puede usar como un estilete para perforar otros organismos o para aspirar líquidos. Estos nematodos pueden funcionar como depredadores, alimentándose de protozoos y posiblemente de otros nematodos cuando están disponibles, pudiendo cambiar su alimento hacia hongos y bacterias cuando su fuente principal ya no está disponible. Los hábitos de alimentación también pueden cambiar de la etapa juvenil a la etapa adulta, por ejemplo, de la alimentación bacteriana en la etapa juvenil a convertirse en depredadores en la etapa adulta.

Al igual que los nematodos redondos de vida libre, la mayoría de estos nematodos no se alimentan de plantas superiores. En las especies que atacan a plantas, el odontoestilete es móvil, generalmente hueco y protractil. Este, puede ser bastante largo, por lo que el nematodo puede alimentarse a través de muchas capas de células de la raíz.

Al momento de la redacción del presente informe, no se han podido identificar a nivel de especie, no descartando que pueda alguna de ellas atacar la raíz del cardamomo, generando lesiones que puedan ser entrada de hongos y bacterias que terminen provocando la pudrición de la planta.



Los Criconematidos son el tercer grupo en importancia numérica, obtenido en las muestras, con el 20 % de los nematodos recolectados. Estos nematodos pueden alcanzar hasta 1.9 mm de largo.

Fig. 5 Criconematido mostrando su cuerpo anillado.

Algunos criconemátidos tienen cuerpos gruesos, bastante inactivos y se mueven con lentitud. Su exposición en la superficie de la raíz, y su relativa inmovilidad, puede hacerlos accesibles a los organismos depredadores y parásitos en la rizosfera. Sin embargo, esa exposición es compensada por la protección proporcionada por la cutícula gruesa en algunos géneros o la vaina cuticular extra en otros. A pesar de los mecanismos de protección, algunos criconemátidos son bastante susceptibles al parasitismo por hongos depredadores, por ejemplo, *Hirsutella rhossiliensis*, y a la mortalidad de los huevos a través de la actividad de pseudomonas (Jaffee *et al.*, 1989; Kleupfel *et al.*, 2002).

Son ectoparásitos de raíces, algunas especies atacan las puntas de las raíces, otras en regiones más viejas de la raíz, incluidas las áreas donde la superficie de la raíz se ve interrumpida por la aparición de las raíces laterales. Los estiletes largos permiten la penetración y la alimentación en varias capas de profundidad.

Las plantas reportadas como más susceptibles de ser atacadas por los Criconemátidos son las gramíneas y plantas perennes leñosas tal como *Prunus* sp., (Ferris, *et al.*, 2004).

Si bien, en los suelos de los cardamomales es escasa la presencia de gramíneas por la sombra proporcionada por la cobertura forestal, estos últimos pueden ser los responsables de su abundante presencia, sin dejar de lado que estén alimentándose igualmente de las raíces del cardamomo.



El siguiente grupo identificado fueron especies de nematodos de la lesión de la raíz del género *Paratylenchus* spp. Este género presenta mucha dificultad para su identificación, debido principalmente por su similitud morfológica entre las especies (Esmaeili *et al.*, 2016). Por lo que una identificación molecular es en muchos casos necesaria.

Fig. 6. *Paratylenchus* sp.

Se sabe que algunas especies son patógenas para los cultivos, como *P. projectus*, *P. bukowinensis*; *P. neoamblycephalus*, *P. dianthus* y *P. hamatus*, por lo que es necesaria una identificación clara y sin ambigüedades para diseñar estrategias de manejo efectivas y / o para distinguir especies patógenas de las no patógenas (Esmaeili *et al.*, 2016).

Ellos se encuentran en grandes cantidades en muchos cultivos, pero parecen causar un daño significativo a unos pocos. Los efectos varían desde la ausencia de síntomas hasta lesiones localizadas superficiales (Raski y Radewald, 1958; Ramana y Eapen, 1992).

Nematodos benéficos

Si bien los nematodos fitófagos acceden directamente al carbono fijado por las plantas a través de la herbivoría, mientras que los nematodos bacteriófagos y fungívoros, al consumir bacterias y hongos, toman el carbono de los exudados de la rizósfera de las plantas, de las raíces muertas y de las hojas caídas. Por otro lado, los nematodos depredadores se alimentan de organismos del suelo incluyendo a otros nematodos (Ferris y Bongers, 2006).

Estos diferentes grupos de nematodos benéficos para el hombre pueden identificarse, en un primer paso, al observar la región bucal (figuras 7, 8 y 9).



Fig. 7. Depredador



Fig. 8. Bacteriófago

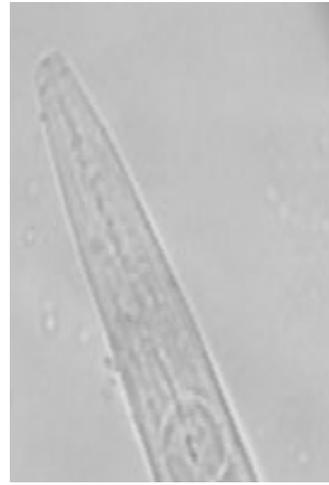


Fig. 9. Fungívoro

Los nematodos bacteriófagos al alimentarse de bacterias afectan la descomposición de la materia orgánica y de esta manera regulan la velocidad de su descomposición; además dispersan microbios a través del suelo y agua. Se alimentan de bacterias saprófitas o fitopatógenas e influyen en la composición de la comunidad microbiana del suelo. Esta categoría trófica conjuntamente con los nematodos fungívoros, que se alimentan de hifas de hongos, contribuyen al reciclado de nutrientes en el suelo. Por otra parte, los nematodos depredadores al alimentarse de otros organismos del suelo como protozoos, rotíferos, tardígrados y otros nematodos, también contribuyen a la liberación de nutrientes al suelo.

Los nematodos benéficos representan el quinto grupo en abundancia con un 11% del total de nematodos encontrados en el suelo de los cultivos de cardamomo del norte de Guatemala.

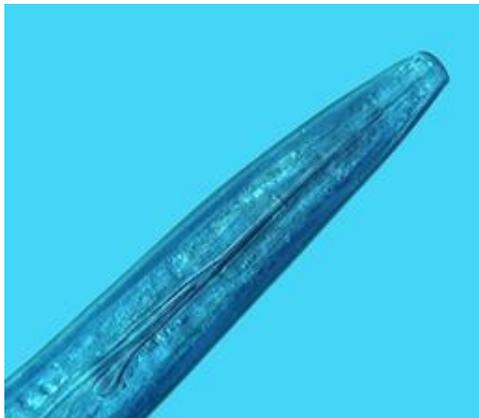


Fig. 10. *Xiphinema* sp.

El género *Xiphinema*, con el 4% del total de los nematodos extraídos en el estudio, está representado por ectoparásitos de plantas. Presentan un estilete en su parte anterior con el que perforan el tejido de la raíz de la planta para alimentarse, por ello se les conoce como nematodos daga.

Provocan daños directos e indirectos en plantas.

Los daños directos son poco importantes y consisten en inflamaciones de las raicillas. Por el contrario, los daños indirectos son importantes ya que algunas especies son vectores de Nepovirus.

X. americanum es un nematodo de planta virtualmente no específico, con más de cien hospederos diferentes, conocidos (Robbins, 1993). Igualmente es un nematodo cosmopolita, se encuentra en la mayor parte del mundo. Se cree que la región con la mayor población de *X. americanum* es el este de los Estados Unidos pero también ha sido observado en Australia, Belice, Brasil, Chile, Guatemala, India, Japón, República de Corea, México, Nueva Zelanda, Pakistán, Panamá, Sudáfrica, Sri Lanka, Uruguay y áreas del Caribe también (Norton y Hoffmann, 1974)

X. americanum vive enteramente en el suelo y se siente atraída por las raíces jóvenes. Son ectoparásitos migratorios y se alimenta en todas las etapas de su vida en las puntas de las raíces de las plantas. Puede sobrevivir dentro de los residuos vegetales, sin embargo, necesita tejido vegetal vivo para alimentarse.

Los síntomas por ataque de *X. americanum* son similares a los de otros nematodos ectoparasitarios migratorios de las raíces. Es común ver un retraso en el crecimiento de la planta, marchitamiento del follaje, sistemas radiculares reducidos, necrosis radicular, falta de raíces secundarias o mechones de raicillas pequeñas. *X. americanum* también puede causar efectos severos en el follaje, algunas veces causando clorosis y defoliación como se ha observado en cafetos, en Guatemala (Perry, 1958).

Xiphinema americanum es principalmente un problema en cultivos bienales y perennes (Breece, y Hart, 1959).

Su control presenta problemas porque *X. americanum* es difícil de eliminar por completo. Los nematicidas no eliminan el 100% de los nematodos en el suelo, y en el caso de *X. americanum*, los sobrevivientes pueden reproducirse asexualmente. Por lo tanto, para eliminar los nematodos, se deben usar los nematicidas junto con mantener el campo a suelo desnudo durante un tiempo mínimo de 2 años. Esto asegura que *X. americanum* no tenga fuente de alimento. Al final de este período los nematodos deberían ser erradicados (Griesbach, y Maggenti, 1989). La rotación de cultivos es otra forma de control para *X. americanum*. Se ha demostrado que ciertas plantas no hospedadoras pueden negar a la población de nematodos una fuente de alimento adecuada para su reproducción y, por lo tanto, reducir su población en el suelo (Griesbach, y Maggenti, 1989). Además, si el suelo se labra con frecuencia, es probable que *X. americanum* no tenga una densidad poblacional lo suficientemente alta como para causar síntomas notables en sus huéspedes.

En la India, se han reportado hasta 20 géneros de nematodos fitoparásitos en suelos de cardamomo Ali (1983), siendo los más importantes *Meloidogyne incognita*; *M. javanica*; *Radopholus similis*; *Pratylenchus* sp.; *P. coffea*; *Rotylenchus* sp.; *Trichodorus minor* y *Tylenchor hynchuus* sp. No obstante, sólo el nematodo del nudo de la raíz *Meloidogyne Incógnita* ha causado daños severos en parcelas y viveros en la India, con pérdidas de hasta el 80% (Ramana y Eapen, 1992). Mientras que *Pratylenchus coffeae* y

Radopholus similis han causado pérdidas en plantaciones mixtas. Los principales síntomas reportados a causa de los nematodos son: retraso en el crecimiento, rizado, estrechamiento, aparición de bandas amarillas, secado de las hojas, retraso en la floración y caída de la fruta inmadura.

En Guatemala, un estudio realizado en la zona sur, Arévalo, (1985), reporta tres géneros *Meloidogyne* spp. *Helicotylencus* spp. y *Criconemoides* spp. como los más importantes.

En la región norte de Guatemala, donde actualmente se cultiva el cardamomo, los resultados del presente estudio fueron significativamente diferentes con respecto a la India y la región sur de Guatemala. En efecto, es de notar la ausencia del género *Meloidogyne* spp. en todas las muestras extraídas de la región norte (Departamentos de Alta Verapaz y Quiché). Los grupos de nematodos identificados fueron, en importancia numérica, nematodos de vida libre, *Dorylaimus* spp., Criconematidos, *Paratylenchus* spp. nematodos benéficos y finalmente *Xiphinema* spp.; de los cuales los géneros *Paratylenchus* spp. y *Xiphinema* spp. podrían potencialmente presentar algún problema.

Estas diferencias pueden ser explicadas por las diferentes características geo ambientales y de manejo con respecto a la India y sur de Guatemala (temperatura, suelo, humedad e historial de uso del suelo).

En menor medida, diferencias pueden generarse por el uso de diferentes protocolos de extracción que pueden favorecer o no ciertos taxones.

Los métodos de control de nematodos se dividen en tres grandes categorías: prácticas culturales, control químico y control biológico.

La rotación de cultivos es una buena manera de controlar los nematodos. Es posible que tenga un cultivo que sea altamente susceptible a los nematodos, y luego gire ese campo a otros cultivos que no sean susceptibles. Por ejemplo, si tiene un campo en el que se ha estado cultivando tomates durante 2-3 años y lo rota para pastos durante 2-3 años, controlará los nematodos de forma sistemática.

Los nematodos de *Meloidogyne* spp. que dañan los tomates no coloniza las raíces de los pastos. Cuando transfieres el campo a las gramíneas, básicamente estás creando un entorno donde el nematodo ya no tiene un hospedero. Si elimina el hospedero, la población disminuirá en el campo. Esto es lo opuesto al monocultivo y cultivos perennes, donde crece o se mantiene el cultivo año tras año, lo que permite que la población de nematodos se vuelva cada vez más problemática. La rotación de cultivos es una forma cultural de controlar los nematodos. No obstante, en el cultivo de cardamomo donde las plantaciones se mantienen entre 8 a 20 años, no funcionaría; más aún si son presentes varios tipos de nematodos en el suelo.

Los controles químicos incluyen fumigantes y uso de toxinas que afecten el sistema nervioso del nematodo.

Los fumigantes tienen que penetrar un gran volumen de tierra para ser efectivos, y algunos de ellos se volatilizan rápidamente lo que lleva a un alto costo, particularmente en el cardamomo.

Los químicos inhibidores del sistema nervioso también pueden proporcionar un control de nematodos. Los carbamatos y organofosforados pueden aplicarse después de que las plantas crezcan y el daño del nematodo sea visible. Estos productos químicos son extremadamente tóxicos para los seres humanos y otros organismos no objetivos. Una vez más, en el caso del cardamomo, esto se hace económicamente no viable cuando las infestaciones no se encuentran focalizadas en áreas reducidas.

Los controles bioquímicos pueden utilizarse solos o juntos con otros controles.

Hay productos basados en aceites naturales que matan al contacto y mantiene una acción repelente contra muchos nematodos y hongos del suelo. Estos son utilizados en lugar del bromuro de metilo, como tratamiento previo al suelo, o semilleros. Igualmente, se han desarrollado productos compuestos con extractos orgánicos mezclados con ácidos grasos, que controlan los nematodos sin ocasionar fito-toxicidad.

Cuando los muestreos de nematodos estén por encima del umbral, se puede implementar prácticas culturales, (rotación y barbecho), pero estas tienen un alto costo para los pequeños productores de cardamomo, que representan la gran mayoría en Guatemala. Igualmente, no se cuenta, hasta la fecha, con variedades resistentes o tolerantes que puedan reducir el daño a las plantas de cardamomo.

Una propuesta potencialmente viable es el manejo no químico de nematodos; como la prevención de la propagación de nematodos. Los nematodos se mueven distancias cortas, de unos pocos centímetros a unos pocos pies, por su propia fuerza. Típicamente, los nematodos se propagan por el transporte de suelo infestado y / o plantas infectadas. Obtener plántulas o rizomas tratados de fuentes confiables es aconsejable. Lave la tierra de las herramientas antes de usarlas en otro lugar. Los nematodos también pueden propagarse por el viento, el agua, y los animales.

El Cardamomo, es una planta que evoluciona en el sotobosque, necesita suelos ricos en materia orgánica. La incorporación al suelo de grandes cantidades de materia orgánica reduce las poblaciones de nematodos. Los productos de descomposición de algunas plantas matan a los nematodos. Estos incluyen el ácido butírico, que se libera durante la descomposición. El máximo beneficio de estos nematicidas "naturales" se obtiene cuando el material vegetal se incorpora al suelo como abono verde. Los tratamientos con abono verde no son igualmente efectivos contra todos los nematodos parásitos de las plantas y, por lo tanto, es importante consultar con un laboratorio para asegurarse de que el tratamiento es el más adecuado para el control del nematodo.

Cada una de las prácticas mencionadas anteriormente puede reducir la población de nematodos del suelo en diversos grados. Cada práctica tiene sus limitaciones. El grado de control del nematodo alcanzado depende de los factores ambientales, así como del nematodo. Ninguna práctica individual es una cura para todos los problemas de nematodos.

7. Conclusiones

Los resultados del estudio muestran diferencias significativas con respecto a la India y la región sur de Guatemala. En efecto, es de notar la ausencia del género *Meloidogyne* spp. en todas las muestras extraídas de la región norte (Departamentos de Alta Verapaz y Quiché).

Los grupos de nematodos identificados fueron, en importancia numérica, nematodos de vida libre, *Dorylaimus* spp., Criconematidos, *Paratylenchus* spp. nematodos benéficos y finalmente *Xiphinema* spp.; de los cuales los géneros *Paratylenchus* spp. y *Xiphinema* spp. podrían potencialmente presentar algún problema.

8. Recomendaciones

A la luz de los resultados obtenidos, y en ausencia de síntomas claros por daño de nematodos en los cardamomales de la franja transversal del norte, sumado a la ausencia de grupos de nematodos de importancia económica y el elevado costo económico y de ejecución de programas de control en pequeños agricultores; no se justifica promover, en la actualidad, programas dirigidos al manejo de nematodos en las fincas de cardamomo del norte de Guatemala.

9. Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), al programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), al programa Uniterro del Centro de Estudio y de Cooperación Internacional (CECI) y del Servicio Universitario Mundial de Canadá (EUMC), por sus siglas en francés, financiado por el Ministerio de Asuntos Mundiales de Canadá, al laboratorio de Protección Vegetal, Labor Ovalle del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y a los productores de cardamomo del norte de Guatemala,

10. Referencias

Ali, S.S. (1983) Nematode problems in cardamom and their control measures. Sixth Workshop of all India Coordinated Spices and Cashew nut Improvement project, Calicut, November 10–13, 1983.

Agrios, G. N. (1991) *Frontiers and Challenges in plant Pathology* Communication (1992) *Phytopath* 82: 32-34.

- Anónimo (1972) *Eighth Annual Report*. University of Agricultural Sciences, Bangalore, p. 191.
- Anónimo (1989) *Bi-annual Report 1987–89*. Indian Cardamom Research Institute, Myladumpara, pp. 41–47.
- Cobb, N.A. (1915) Nematodes and their relationships. Yearbook of the Department of Agriculture for 1914, Washington, DC, pp. 457–490.
- Decraemer, W., Karanastasi, E., Brown, D. y Backeljau, T. (2003) Review of the ultrastructure of the nematode body cuticle and its phylogenetic interpretation. *Biol. Rev.* 78: 465-510.
- Decraemer, W. y Hunt D.J. (2006) Structure and Classification, pp 4-32, in, Perry R. N. y Moens, M. (2006), *Plant nematology*.
- Esmaeili, M., Fang, Y., Li, H., & Heydari, R. (2016). Description of *Aphelenchoides huntensis* sp. n. (Nematoda: Aphelenchoididae) isolated from *Pinus sylvestris* in western Iran. *Nematology*, 18(3), 357–366.
- Ferris, H. and Bongers, T. (2006) Nematode Indicators of Organic Enrichment. *Journal of Nematology*, 38, 3-12.
- Griesbach, J.A.; Maggenti, A.R. (1989) "Vector capability of *Xiphinema americanum* sensu lato in California". *Journal of Nematology* 21, 517-523.
- GU-M1055, (2014). Organización, diversificación productiva y comercialización para pequeños productores de comunidades mayas de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Documento del Banco Interamericano de Desarrollo. Fondo Multilateral de Inversiones. 22 pp.
- Jaffee, B. A., J. T. Gaspard and H. Ferris. (1989). Density-dependent parasitism of the soilborne nematode *Criconebella xenoplax* by the nematophagous fungus *Hirsutella rhossiliensis*. *Microbial Ecology* 17:193-200.
- Kluepfel, D.A., A.P. Nyczepir, J.E. Lawrence, W. Wechter, and B. Leverentz. (2002). Biological Control of the Phytoparasitic Nematode *Mesocriconema xenoplax* on Peach Trees. *J. Nematology* 34:120-123.
- Loof P. A. A., (1964). Free living and plant parasitic nematodes from Venezuela. *Nematologica*, 10(2): 201-300.
- Norton, D.C.; Hoffmann, J.K. (1974) "Distribution of Selected Plant Parasitic Nematodes Relative to Vegetation and Edaphic Factors". *Journal of Nematology* (2): 81–86.

Perry, V.G. (1958). Parasitism of two species of dagger nematode (*Xiphinema americanum* and *X. chambersi*) to strawberry. *Phytopathology*. 48: 420-423.

Ramana y Eapen, (1992) Plant parasitic nematodes of black pepper and cardamom and their management. In *Proc. of National Seminar on Black pepper and Cardamom*, 17–18th May, 1992, Calicut, Kerala, pp. 43–47.

Raski, D. J. y Radewald. (1958) Reproduction and symptomatology certain ectoparasitic nematodes on roots of Thompson seedless grape *Pl. Dis. Repr.* 42: 941 943.

Ruppert., E: E: y Barnes, R. D. *Zoologia de los Invertebrados*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. 6 a Edition. Mexico, D.F., 1996, p. 208-304.

Seinhorst J. W. 1966 Killing nematodes for taxonomic study with hot F.A. 4: 1. *Nematologica* 12:178.

Thomas, J. y Suseela Bhai R. (2002) Diseases of cardamom (fungal, bacterial and nematode diseases), pp.161- 179), in Gopakumar, B. and Chandrasekar, S.S. (2002) *Insect Pests of cardamom*.

Yeates, G.W., T. Bongers, R. G. M. De Goede, D. W. Freckman, and S. S. Georgieva. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera-An outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25:315-331.

11. Anexos

1. Resultado de conteo de nematodos en 28 muestras según su especie.

Muestra	Paratylenchus	Dorylaiimus sp	Paralongidorus	Fitofagos	Vida libre	Trichodorus	Xiphinema	Tylenchus	Criconemoides sp	Criconematidos	Belonolaimus sp	Criconemoides VL	Criconematidos No Ft	Criconematidos FP	Beneficos	Saprófitos	Criconematidos VL	Criconematidos Benéficos	Fitofago no identificado	Fitoparasitos
1	22	67	12	12	12	22	11	56	56	0	11	33	0	0	16	0	0	0	0	0
2	133	25	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	42	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	10	0	0	20	10	0	0	0	0	0	0	5	60	0	5	0	0	0	0
5	0	21	0	0	42	21	0	0	0	0	0	0	0	125	21	10	10	0	0	0
6	46	80	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6	0	12	0	0
7	0	24	0	0	88	0	4	0	0	8	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0
8	0	62	0	0	136	0	8	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	0	0	0
9	5	84	0	0	20	0	9	0	0	0	0	0	0	0	5	0	25	0	0	0
10	42	313	0	0	126	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	21	0
11	0	0	0	0	0	0	187	149	0	13	0	0	0	0	174	0	0	0	0	0
12	27	186	9	0	18	0	18	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	18	0
13	104	104	0	0	83	0	0	0	0	10	0	0	0	0	42	21	0	0	11	0
14	0	261	0	0	140	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0
15	107	63	0	0	27	0	36	0	0	0	0	0	9	0	9	9	0	0	0	0
16	0	78	0	0	0	0	12	6	0	30	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
17	16	249	0	0	121	0	0	0	0	156	0	0	0	0	16	17	156	0	16	0
18	36	652	0	0	446	0	0	0	0	343	0	0	0	0	68	0	103	0	68	0
19	499	78	0	0	262	0	26	0	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	38	0	0	29	0	0	0	0	87	0	0	0	0	38	19	87	0	0	0
21	13	0	0	0	531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	13	0
22	0	0	0	0	140	0	16	0	0	185	0	0	0	0	62	0	0	0	93	93
23	107	0	0	0	234	0	0	0	0	300	0	0	0	0	174	107	0	0	0	21
24	23	14	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	57	14	0	0	0	0
25	56	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	4	0	0	0	0
26	32	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0
27	18	0	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0
28	46	59	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

2. Resultado de géneros encontrados en la rizosfera de cardamomo por muestra

Fig. 1 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número uno.

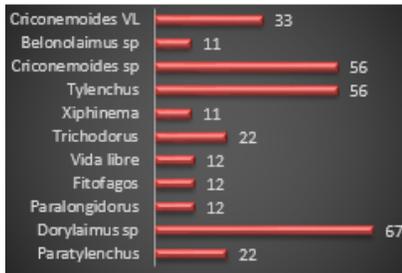


Fig. 2 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número dos.

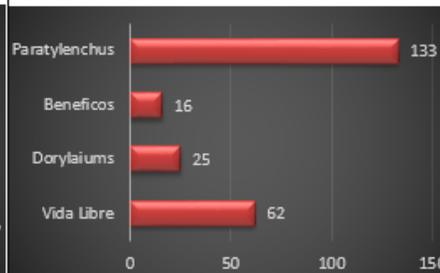


Fig. 3 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número tres.



Fig. 4 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número cuatro.



Fig. 5 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número cuatro.

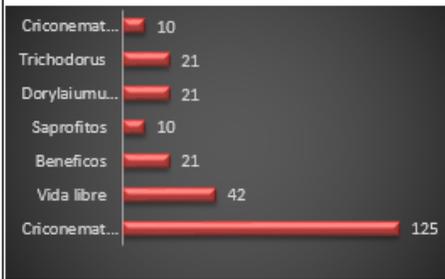


Fig.6 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número cinco.



Fig. 7 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número siete.



Fig. 8 Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número ocho.

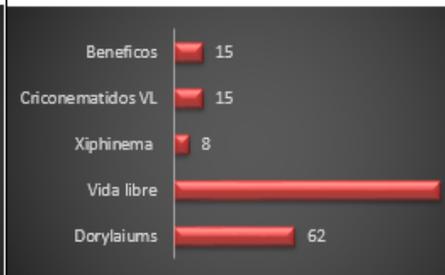


Fig. 9. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número nueve.

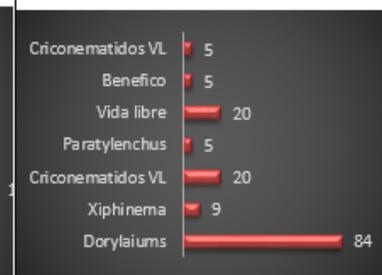


Fig. 10. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número diez.

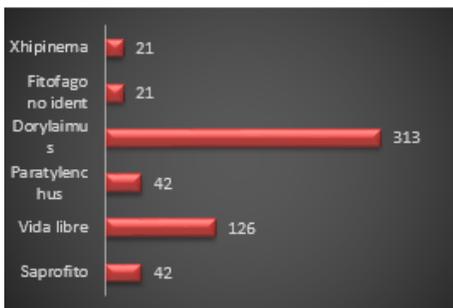


Fig. 11. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número once.

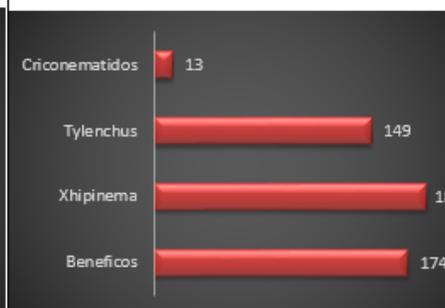


Fig. 12. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número doce.



Fig. 13. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número trece.

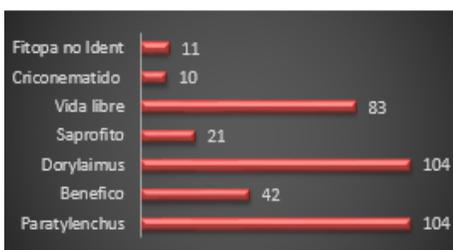


Fig. 14. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número catorce.



Fig. 15. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número quince.



Fig. 16. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número dieciséis.



Fig. 17. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número diecisiete.



Fig. 18. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número dieciocho.



Fig. 19. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número diecinueve.

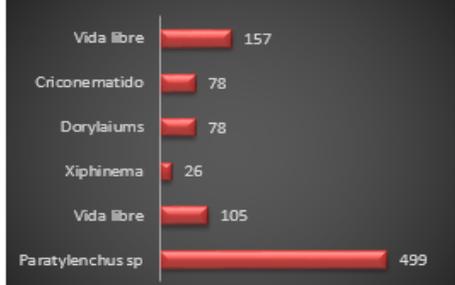


Fig. 20. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veinte.



Fig. 21. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintiuno.

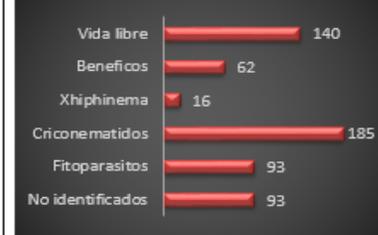


Fig. 22. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintidós.



Fig. 23. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintitrés.



Fig. 24. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veinticuatro.



Fig. 25. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veinticinco.

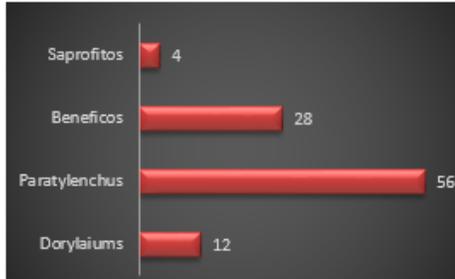


Fig. 26. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintiséis.



Fig. 27. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintiséis.



Fig. 28. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintisiete.



Fig. 29. Género y contadas de nematodos de la rizosfera suelo plantado con Cardamomo, resultados de la muestra número veintiocho.

