

DISTRIBUCIÓN Y PRESENCIA DE NEMATODOS EN PLANTACIONES DE CARDAMOMO EN ALTA VERAPAZ Y QUICHÉ

Emerson Omar Herrera,
eohererra@uvg.edu.gt
Donovan Esmalty Gómez,
degomez@uvg.edu.gt
Josué Isaías Bocel
jibocel@uvg.edu.gt
Edwin Baudilio De Leon
edeleon@uvg.edu.gt
**Centro de Estudios Agrícolas y
Alimentarios**

RESUMEN

Guatemala es el principal exportador de cardamomo a nivel mundial. A pesar de ello, existe poca investigación en este cultivo que fomente la mejora de la productividad y calidad del producto.

Se realizó la visita a 61 parcelas de productores de cardamomo, colectando una muestra compuesta de suelo de cada terreno para ser trasladadas al laboratorio y mediante la técnica de Centrifugación-Flotación obtener los nemátodos para su lectura e identificación bajo el microscopio compuesto.

En los resultados se detectaron 11 géneros de nemátodos presentes en los suelos productivos de cardamomo, 6 de estos géneros son considerados fitoparásitos y que han sido reportados afectando este cultivo y el resto de géneros esta conformado por organismos benéficos como omnívoros, bacteriófagos, micofágos y depredadores.

Entre los géneros de importancia que afectan a este cultivo se reporta la presencia de *Meloidogyne* sp. en el 57.4% de las parcelas muestreadas, seguido por *Helicotylenchus* con un 42.6% y *Discocriconemella* con el 21.3%. Uno de los factores de dispersión que provoca la diseminación de nemátodos en el área de producción es el establecimiento de nuevas plantaciones utilizando material asexual proveniente de parcelas infestadas por estos organismos. Es necesario continuar con la investigación realizando muestreos en dos épocas distintas, aumentar el número de parcelas en el sector cardamomero del norte del país y estimar el nivel de daño que provoca el género *Meloidogyne* a este cultivo.

PALABRAS CLAVE: Cardamomo, nemátodos, Centrifugación-Flotación, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*.

ABSTRACT

DISTRIBUTION AND PRESENCE OF NEMATODES IN CARDAMOM PLANTATIONS IN THE ALTA VERAPAZ AND QUICHÉ

Guatemala is the principal worldwide exporter of cardamom. Despite this, there is little research on this crop that encourages productivity and product quality.

Sixty one cardamom plantation were visited. A composite soil sample was collected and transported to the laboratory. Nematodes were extracted by the Centrifugation-Floatation technique and identified under the microscope.

The results detected the presence of 11 genera of nematodes present in the productive cardamom soils, 6 of these genera are considered plant parasites and that most of them have been reported affecting this crop and the rest of the genera are beneficial organisms such as omnivores, bacteriophages, mycophages and predators.

Among the genera of importance for this crop, the presence of *Meloidogyne* sp. in 57.4% of the sampled plots, followed by *Helicotylenchus* with 42.6% and *Discocriconemella* with 21.3%. One of the dispersal factors that causes the dissemination of nematodes in the production area is the establishment of new plantations using asexual material from of plots infested by these organisms. It is necessary to continue with the research, carrying out samplings at two different times, increasing the number of plots and estimating the level of damage caused by the genus *Meloidogyne* to this crop.

KEY WORDS: Cardamom, nematodes, Centrifugation-Floatation technique, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es el principal productor y exportador de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) a nivel mundial. La producción de cardamomo en Guatemala la realizan en un alto porcentaje, pequeños y medianos agricultores de la zona norte del país, quienes lo cultivan como una actividad complementaria al cultivo de granos básicos y/o café. Se estima que en el proceso de producción participan unos 350,000 productores (Villatoro, 2004) que conviven en una región habitada por más de 3.5 millones de personas.

Según Lüttmann (1985), el cardamomo fue introducido a Guatemala alrededor del año 1914 por el señor Oscar Majus Kloeffer. Para el año 1950 Guatemala poseía 1,499 hectáreas sembradas (INE, 2014) y en el año 1979 la superficie era de 12,638 hectáreas. Según datos oficiales, se tienen un poco más de 70,000 hectáreas (MAGA, 2015). Aunque durante varios años la producción de cardamomo se concentró en la costa sur, el virus del mosaico del cardamomo (CdMV, por sus siglas en inglés) redujó drásticamente muchas plantaciones. Actualmente (MAGA, 2015), el 96% del área sembrada con cardamomo se concentra en Alta Verapaz (68%), Quiché (14%), Huehuetenango (8%), Izabal (4%) y Baja Verapaz (2%). El resto del país contribuye con un 4%.

El cardamomo al igual que otros cultivos se encuentra bajo presión de organismos fitófagos que afectan sus niveles de producción. Entre estos organismos se encuentran macroorganismos: trips, barrenadores, gallina ciega, mosca blanca, defoliadores, chinches, áfidos, escamas, saltamontes, y roedores, como taltuza; mientras en microorganismos pueden mencionarse grupos de bacterias, hongos, virus y nemátodos.

Los nemátodos, son organismos diminutos que poseen un tamaño de 150 a 2,000 micras de largo, principalmente

nativos del suelo y se clasifican en nemátodos de vida libre (no parásitos o benéficos) y los fitoparásitos, que afectan a las plantas.

Azpilicueta (2016), explica que la comunidad de nemátodos del suelo está conformada por individuos de distintos hábitos alimenticios. A partir de la observación de la morfología, de su cavidad bucal y esófago, se puede inferir su hábito trófico, clasificándolos en al menos cinco categorías: bacteriófagos, fungívoros, depredadores, omnívoros y fitófagos (Figura 1).

Pervez (2018), indica que en 1971 en el sur de la India, Kumar realizó el primer reporte de nemátodos en el cultivo de cardamomo, los cuales afectaban semilleros y plantaciones. Cyriac (2011) a través de su trabajo de investigación "Manejo de nemátodos asociados en cardamomo" reportó las especies de nemátodos fitoparásitos: *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Radopholus similis*, *Helicotylenchus pseudorobustus* y *Hemicriconemoides* sp.

Los primeros reportes de nemátodos en cardamomo, en Guatemala, fueron hechos por De La Cruz (1979) quien realizó un trabajo de identificación de nemátodos en tres áreas distintas de producción (Costa Sur, Chimaltenango y Alta Verapaz) reportando los géneros *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Dorylaimus* sp., *Tylenchus* sp., *Xiphinema* sp. y *Criconeimoides* sp., con poblaciones arriba de 3,000 nemátodos en los primeros tres géneros. En otro estudio, De Paz Soto (2009) realiza un reporte de nemátodos en el cultivo de cardamomo en el área de Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz detectando 5 géneros de nemátodos: *Tylenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp. Recientemente Ceci-Uniterra (2019) realizó

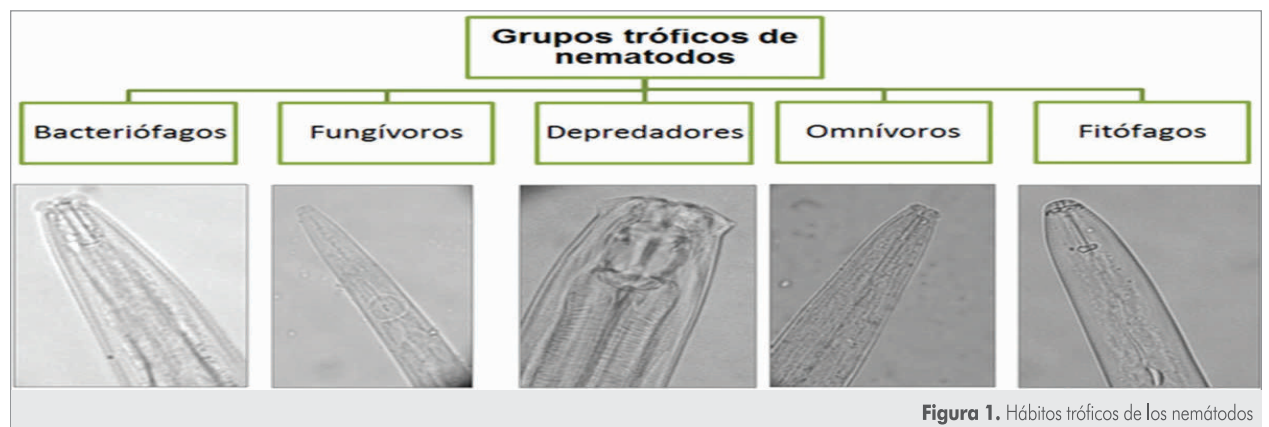


Figura 1. Hábitos tróficos de los nemátodos

una prospección de la entomofauna en suelos de cardamomo en el área de Alta Verapaz detectando *Paratylenchus*, *Criconematidos*, *Xiphinema* así como *Dorylaimus* y otros benéficos.

El cardamomo es un cultivo que requiere un adecuado manejo agronómico para aumentar su productividad. Sin embargo, con la escasa información que se ha desarrollado en el país las opciones de implementar un adecuado manejo, de plagas y enfermedades, son limitadas.

Es importante realizar esfuerzos para la generación de información vinculada al tema de plagas y enfermedades a

fin de poder desarrollar un programa de manejo integrado del cultivo del cardamomo que garantice su sostenibilidad en beneficio de las familias productoras que dependen de dicho cultivo.

El presente estudio se realizó con el objetivo de identificar y cuantificar los distintos géneros de nemátodos existentes en las plantaciones de cardamomo así como observar su distribución en la zona cardamomera norte del país y determinar si las poblaciones detectadas podrían afectar la producción del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 61 parcelas, productoras de cardamomo, en los departamentos de Alta Verapaz y Quiché.

Algunos de los sitios de producción se encontraron como parte de un sistema agroforestal, en asocio a especies latifoliadas o a plantaciones de pino, y en otros casos como siembras directas al sol.

Mecanismo de muestreo

Cada parcela fue dividida en 6 cuadrantes. En cada uno de ellos se colectaron 200 a 400 g de suelo, para obtener una muestra compuesta de ~1.5 - 2 kilogramos. Cada punto de muestreo se ubicó a 10 cm de la base de una macolla, donde se realizó un agujero de 10 x 10 x 20 cm, del cual se colectó la muestra de suelo a través del raspado de sus paredes. Todas las muestras fueron rotuladas con el código correspondiente al departamento, municipio y número de identificación del productor, y trasladadas al laboratorio del Centro de Estudios Agrícolas y Alimentarios de la Universidad del Valle de Guatemala.

Extracción de nemátodos

En una probeta calibrada de 1000 mL, se colocaron 600 mL de agua, y posteriormente se agregó suelo a la humedad de campo hasta alcanzar un volumen de 700 mL. Con esto se obtuvo una suspensión con 100 cc de suelo, la cual fue vertida en una cubeta para poder disgregar los grumos de suelo.

La solución obtenida se filtró a través de tamices de 100 y 200 micras, y los nemátodos fueron colectados en un tamiz de 325 micras, y colocados en tubos de 20 mL.

Por último, se utilizó una centrífuga (Centrifugal Machine 800-1) con capacidad de 6 tubos. A cada tubo se le agregó caolín (0.2 g / 10 mL de solución), y se centrifugaron a 3500 RPM durante 4 minutos. Luego se eliminó el sobrenadante y se resuspendieron las partículas en una solución azucarada (1 lb de azúcar en 1 litro de agua), centrifugando de nuevo a 3500 RPM por 1.5 minutos.

El sobrenadante se vertió en un tamiz de 325, al cual se le agregó agua para poder eliminar el exceso de la solución azucarada, y facilitar el traslado a un tubo de 50 mL.

Identificación y conteo de nemátodos

Con la solución obtenida del proceso anterior se homogenizó mediante agitación y se colectó una alícuota de 2 cc mediante una jeringa graduada y trasladada a una cámara de conteo para su observación bajo el microscopio. La identificación taxonómica se realizó haciendo observaciones morfológicas a 4X empleando microscopio óptico Labomed (Lx 400) y haciendo uso de claves taxonómicas propuestas por Mai (1996) y Shurtleff (2005). Luego de identificados los distintos géneros presentes, se procedió a contar la cantidad de individuos por cada género para estimar la población presente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

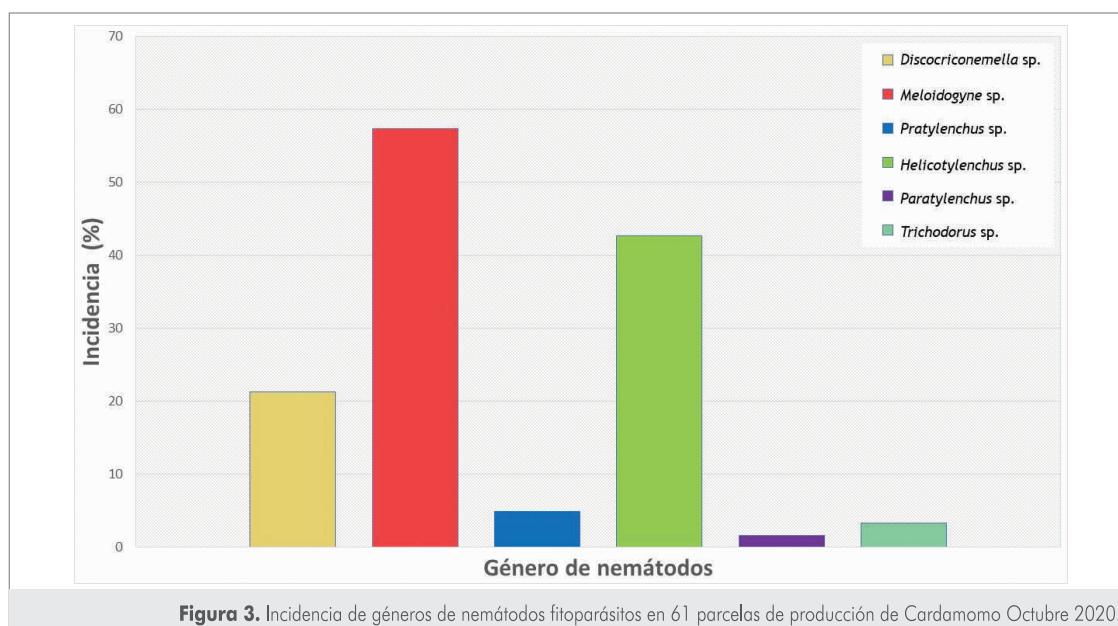
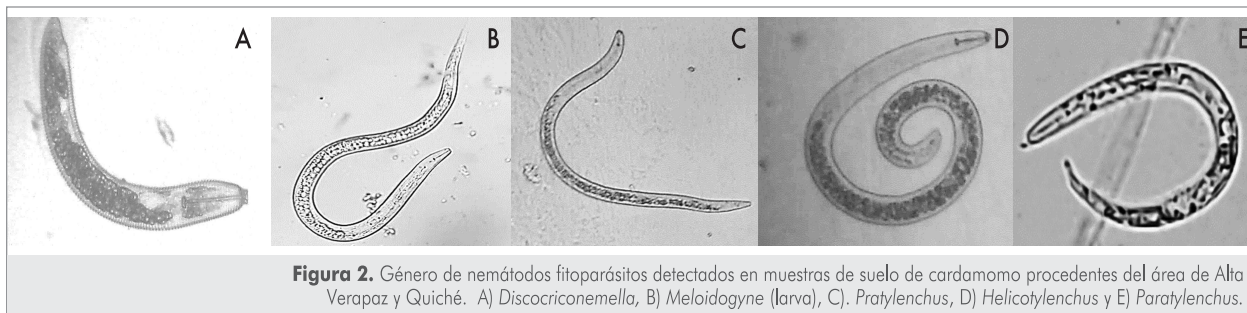
Identificación de especies de nemátodos

Géneros de nemátodos fitoparásitos

Con los reportes de Cyriac (2011), De La Cruz (1979) y De Paz Soto (2009) se compararon los resultados del muestreo realizado a 61 parcelas de cardamomo de los departamentos de Alta Verapaz y Quiché, obteniéndose coincidencia con las detecciones de los géneros *Discocriconemella* (perteneciente al grupo de *Criconematidos*), *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Paratylenchus*. En el caso, de los dos últimos, han sido reportados principalmente asociados al cultivo de café. Considerando que algunos productores han reemplazado su cultivo, por plantaciones de cardamomo, es de esperar la presencia de estos organismos en el suelo. Por

último, el género *Trichodorus* sp, es considerado un nemátodo transmisor de virus, por lo cual, debe de tomarse en cuenta ya que otro problema que afecta a estas producciones es la presencia de virus. En la Figura 2, se observa la imagen de cada uno de los géneros mencionados anteriormente.

De acuerdo a la prevalencia de cada género presente en las parcelas muestreadas, se observa en la Figura 3 que los géneros mayoritarios son *Meloidogyne* con un 57.37% de presencia, *Helicotylenchus* con 42.62% y *Discocriconemella* con 21.31% y con referencia bibliográfica son considerados de importancia para el cultivo, mientras el resto de géneros fitoparásitos hallados se presentan en el 9.84% del total de parcelas monitoreadas.



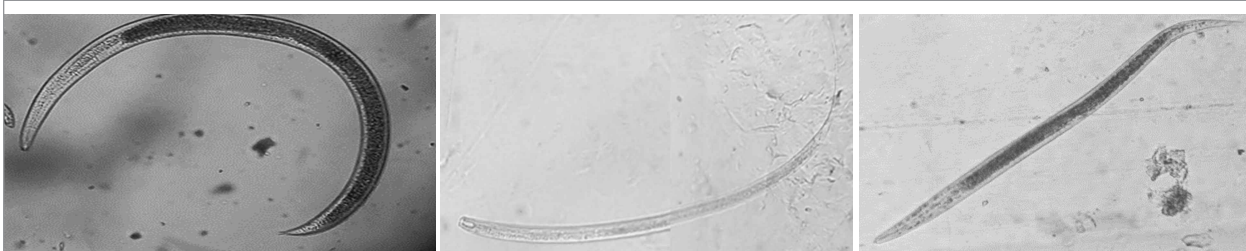


Figura 4. Género de nemátodos benéficos detectados en muestras de suelo de cardamomo procedentes del área de Alta Verapaz y Quiché. A) Dorylaimus, B) Mononchus y C). Rhabditis.

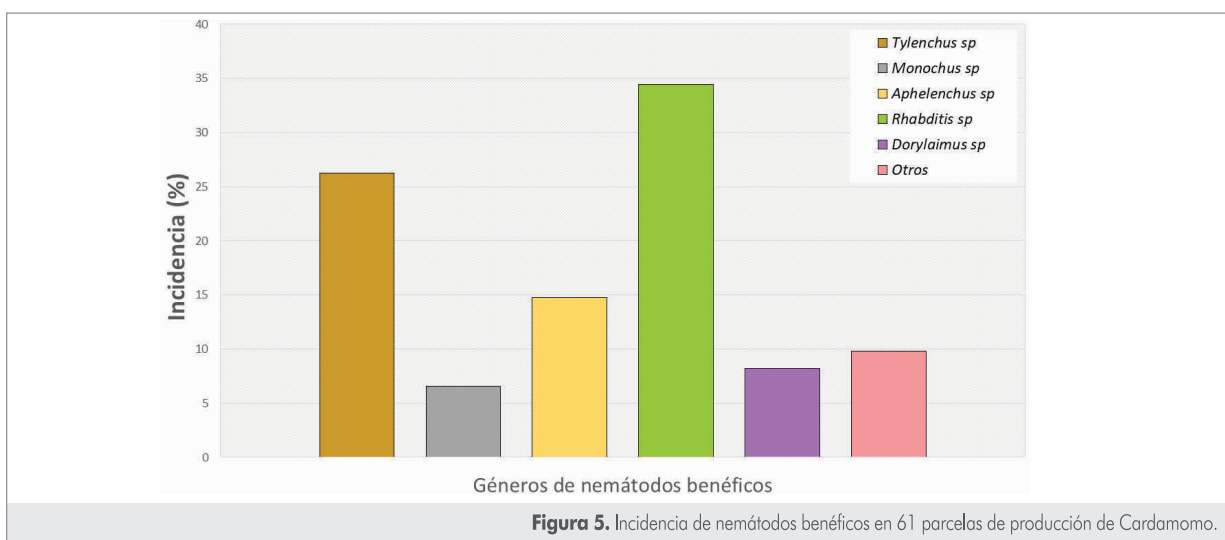


Figura 5. Incidencia de nemátodos benéficos en 61 parcelas de producción de Cardamomo.

Géneros de nemátodos benéficos

De acuerdo a Ferris (1999), los nematodos benéficos viven mejor en suelos con abundancia en materia orgánica, son responsables de la descomposición, mineralización y flujo de nutrientes en el suelo, además de regular poblaciones de hongos y bacterias.

Las especies de nemátodos detectados en este estudio son *Rhabditis* sp. (considerados como bacteriófagos, saprófagos o entomófagos). *Tylenchus* sp. y *Aphelenchus* sp. (micófagos) y otros como *Dorylaimus* sp. (omnívoro) y *Mononchus* sp. (depredador).

En el caso de *Rhabditis* y *Mononchus*, pueden existir especies controladores de nemátodos fitoparásitos y otras especies como *Tylenchus* sp. y *Aphelenchus* sp. que pueden afectar el sinergismo entre otros organismos, como es el caso de hongos asociados a nemátodos fitoparásitos (Figura 4).

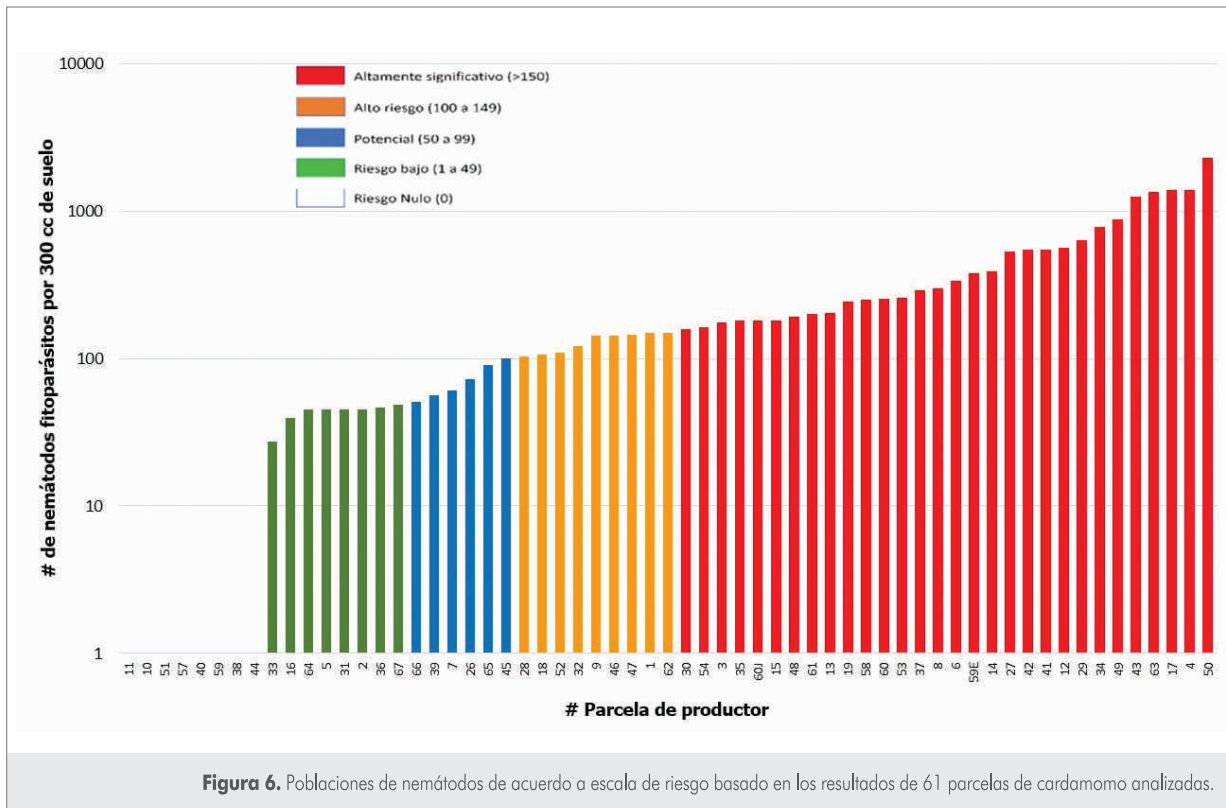
La incidencia de los distintos géneros benéficos presentes en las parcelas de cardamomo es variable y va de 6.5 a un 35% (Figura 5). Siendo el grupo de los rhabditidos que se encuentra con mayor frecuencia, y agrupa a géneros como *Steinernema* y *Heterorhabditis* que afectan insectos del suelo.

Es importante considerar a estos géneros de nemátodos benéficos que forman parte del concepto de los ecologistas del suelo con el fin de mantener el equilibrio biológico que favorezca el desarrollo de las plantas en estas áreas de producción.

Cuantificación de poblaciones de nemátodos Fitoparásitos

Talavera (2003) en su manual de nematología agrícola, menciona valores de umbrales económicos de 75 hasta 3,000 individuos, para algunos cultivos, de nemátodos fitoparásitos encontrados en 300 ml de suelo al momento de la siembra.

En caso de cardamomo, Cyriac (2011) a través de su trabajo de investigación "Manejo de nemátodos asociados en cardamomo" reportó a los nemátodos fitoparásitos: *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Radopholus similis*, *Helicotylenchus pseudorobustus* y *Hemicriconemoides* sp.; considerando altas poblaciones de *Meloidogyne* en estado J2 con valores de 1,158 a 1,443 nemátodos por 300 cc de suelo, y para el caso de *Helicotylenchus pseudorobustus* con presencia en el 100% de las parcelas analizadas.



Dado lo anterior, se estableció un nivel crítico de 150 nemátodos por 300 ml de suelo y se conformó una escala de riesgo con rangos de 50. Con ello se encontró que 30 parcelas (49.18 %) presentaron poblaciones por encima del nivel crítico establecido y ello podría afectar a los rendimientos de producción de cardamomo, 9 parcelas (14.75%) presentan alto riesgo de llegar al umbral de población, 6 parcelas (9.84%) con potencial para aumentar sus poblaciones, 8 parcelas (13.11%) con baja población de nemátodos y finalmente 8 parcelas (13.11%) sin presencia de nemátodos fitoparásitos que afecten sus rendimientos de producción.

En la Figura 6, se observa el comportamiento que presentan las parcelas de acuerdo a la escala de riesgo generada. Existe un alto riesgo de parcelas con poblaciones altas de nemátodos fitoparásitos que afecten o están afectando sus rendimientos. De acuerdo a Eapen (1994), el efecto de las poblaciones de nemátodos en cardamomo ocasiona los siguientes daños: reducción de tallos por cormo, altura de los tallos, tamaño y ancho de las hojas; ocasionalmente se presentó pudrición de raíces y la presencia de nódulos no desarrollados (en el caso de *Meloidogyne*).

Comparativo de poblaciones de nemátodos de acuerdo al sistema de producción

La población de nemátodos fitoparásitos prevalecen en todos los sistemas, pero la presencia en géneros tiende a variar. En el sistema agroforestal latifoliado se observa la presencia de los 6 organismos fitoparásitos mencionados anteriormente, seguido por el sistema de producción al sol con 4 y finalizando con el sistema bajo pino con 2 géneros presentes. Una de las posibles causas que provoquen esta distinción de riesgo de las poblaciones de nemátodos entre un sistema latifoliado a un sistema bajo pino, es expresado por Revista Vinculando (2008) que menciona a Masquelier (1979), que describe el efecto de las acículas de pino que al caer en el suelo y al descomponerse forman compuestos químicos llamados picnogenoles, capaces de inhibir la germinación de las diásporas de plantas arvenses. Las plantas herbáceas en los sitios de producción forman parte de la fuente de alimento alternativo para los nemátodos fitoparásitos; y ante la ausencia de raíces (alimento) se puede observar una reducción de poblaciones de los nemátodos por la competencia ante la disponibilidad de alimento, y favorecer la supervivencia de los más fuertes, donde podrían considerarse a *Meloidogyne* y *Discocriconemella*. También debe de indicarse

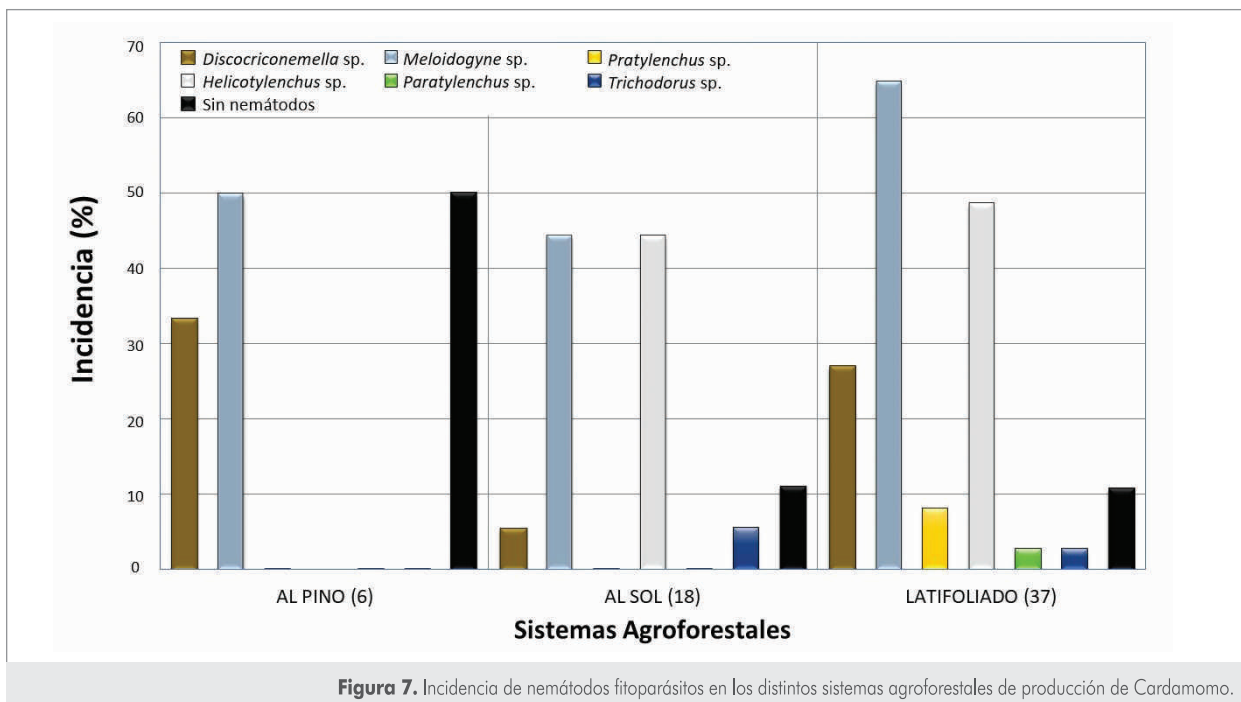


Figura 7. Incidencia de nemátodos fitoparásitos en los distintos sistemas agroforestales de producción de Cardamomo.

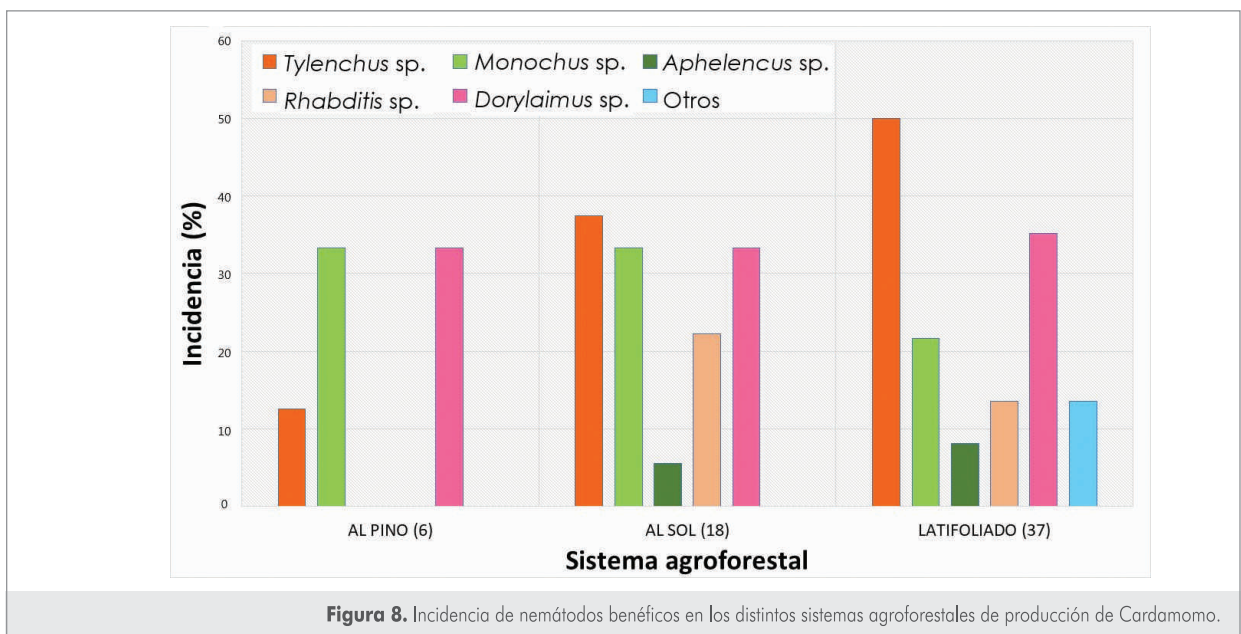


Figura 8. Incidencia de nemátodos benéficos en los distintos sistemas agroforestales de producción de Cardamomo.

que el grosor de la capa de hojarasca proveniente de las acículas de pino es alrededor de 5 cm de espesor. Esto afecta el paso de luz hacia la superficie del suelo, inhibiendo el desarrollo de especies herbáceas dentro de este sistema de producción.

En el sistema de producción al sol, su diversidad es de forma similar al sistema latifoliado con menor nivel de incidencia entre las parcelas muestreadas. En el caso de este sistema, las condiciones tienden a variar debido a que carecen de

sombra y de un sistema de cobertura constante en el año. Además puede indicarse que los géneros faltantes son organismos presentes en cultivos de café, parcelas que han sido sustituidos por producciones de cardamomo y que es más visible en sistemas latifoliados.

En la Figura 8 se observa que la diversidad de nemátodos benéficos presenta un comportamiento similar al de los nemátodos fitoparásitos, en relación al sistema de producción.

La baja presión de químicos, en el manejo del cultivo, favorece la diversidad de organismos presentes en un suelo saludable, manteniendo el equilibrio de las poblaciones.

Distribución de nemátodos fitoparásitos de mayor presencia en la región

Con las parcelas georreferenciadas y con el uso del programa QGIS, se generó un mapa de acuerdo a la escala de riesgo para los 3 géneros de nemátodos con mayor población y presencia en las áreas siendo ellos: *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Discocriconemella*.

• *Meloidogyne*

En la Figura 9, en la sección correspondiente a *Meloidogyne* se observa la distribución de este organismo, localizándose en las 9 regiones visitadas con distintos niveles de riesgos. Eso significa que existe la posibilidad que se encuentre moderadamente difundido en las áreas de producción de cardamomo con un 57.38% de presencia en los puntos muestreados (36 parcelas). Por tanto, será necesario instar a la realización de otros estudios que aporten información en cuanto al daño y el efecto en los rendimientos de este cultivo. Algunos autores reportan a este género de nemátodo de amplia distribución a nivel mundial así como muy amplio

rango de hospederos e interacciones con otros organismos del suelo.

• *Helicotylenchus*

Este género es reportado presente en este cultivo lo cual se validó en este monitoreo, en distintas parcelas de producción de cardamomo. En orden de importancia, este género queda relegado a un segundo lugar antecediéndolo el género *Meloidogyne*. Aunque está presente en 9 regiones de la zona cardamomera su nivel de riesgo esta en menor grado, están con más alto nivel de significancia en las áreas de Chahal y Santa Catalina La Tinta mientras en las otras con riesgos potenciales y que deben de tomarse en cuenta en cuanto al uso de esquejes del área para comercializar con otras.

• *Discocriconemella*

Aunque no es tan importante como los anteriores, carece de estudios en una diversidad de cultivos y sus efectos, solamente se reporta que afecta las raíces y la predisposición de la planta al ser infectada por otros organismos. Su presencia se centra en 6 regiones de acuerdo al monitoreo realizado, siendo recomendable la realización de monitoreo a más áreas para comprobar su importancia e incidencia en estos sistemas de producción.

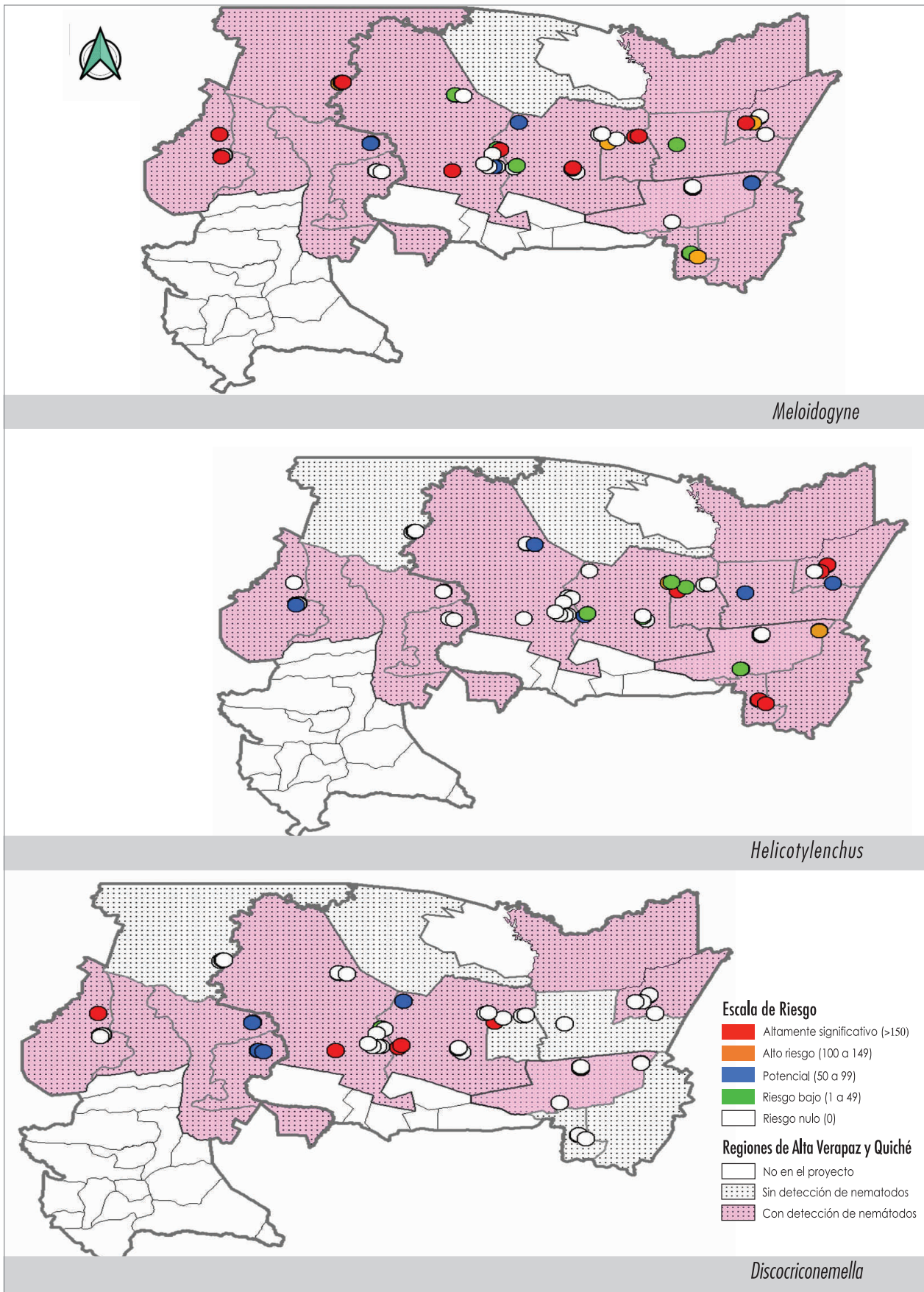


Figura 9. Distribución de los géneros de nemátodos fitoparásitos de mayor presencia en sitios de producción de cardamomo (n = 61).

CONCLUSIONES

- Se detectaron 11 géneros de nemátodos presentes en los suelos bajo producción de cardamomo, de los cuales 6 géneros son fitoparásitos (*Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Discocriconemella*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Trichodorus*) y 5 géneros son benéficos distribuidos entre omnívoros (*Dorylaimus*), bacteriófagos (*Rhabditis* sp.), micofágos (*Tylenchus* sp. y *Aphelenchus* sp.) y depredadores (*Mononchus* sp.).

RECOMENDACIONES

- Continuar con los trabajos de investigación sobre nemátodos, tomando en consideración las distintas regiones, altitudes y épocas del año.
- El uso de rizomas, para el establecimiento y renovación de plantaciones, es uno de los principales mecanismos de dispersión de nemátodos, por lo que debe de considerarse el tratamiento adecuado del material previo a la siembra.
- Realizar estudios para evaluar el impacto de los nemátodos fitoparásitos sobre la productividad y determinar los umbrales económicos de daño por especie.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo, ha sido posible al apoyo financiero del Programa CRIA administrado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA- a través de fondos otorgados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). Se agradece la colaboración prestada por los técnicos de campo

de la Asociación Nacional de Exportadores de Cardamomo ADECAR así como la colaboración de los productores de cardamomo de Alta Verapaz y Quiché que nos permitieron visitar sus parcelas para compartir con ustedes estos resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Azpilicueta, CV, Aruani, MC (2016) Nemátodos ¿Qué beneficios aportan al suelo? Revista de Divulgación Científica Facultad de Ciencias Agraria- UNCUYO Vol 5 Obtenido en: <http://experticia.fca.uncu.edu.ar/numeros-antiores/n-5-2016/23-nematodos-que-beneficios-aportan-al-suelo>.
- Cyriac, A (2011) Management of nematodes associated with cardamom. Master of Science in Agriculture College of Agriculture Vellayini Obtenido en: <https://krishikosh.egranth.ac.in/displaybitstream?handle=1/5810037876>.
- De La Cruz, HA (1979) Identificación de géneros de nemátodos fitoparasitarios, su distribución general en almacigos y plantillas de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.) y su efecto sobre las plantas en condiciones de invernadero Tesis Ing Agr Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala 41 p Obtenido en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0344.pdf.
- De Paz Soto, JF (2009) Fortalecimiento de la cadena productiva de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.) con énfasis en el asocio de la entomofauna, especies arvenses y fitopatógenos, en la Aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz Tesis Ing Agr Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala 103 p Obtenido en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2485.pdf.
- Eapen, SJ (1994) Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on small cardamom *Elettaria cardamomum* Maton Indian Journal Nematology 24 (1) 31:37 Obtenido en: <http://nematology.in/data/documents/V24N1P31.pdf>.
- Ferris, H (1999) *Nematode Plant Expert Information System (NEMAPLEX)*. University of California. Obtenido en: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/index.htm>.
- Lüttmann, T. (1985). El cardamomo y su cultivo: perspectivas para un futuro próximo en nuestro medio. Talleres de litografía modernos. Guatemala.
- INE. (2004). IV censo agropecuario nacional. Número de fincas censales, superficie cultivada, y producción obtenida en cultivos permanentes y semipermanentes. Tomo III. Instituto Nacional de Estadística. Guatemala.
- MAGA. (2015). El Agro en Cifras. Dirección de planeamiento, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.
- Mai, W. y Mullin, P. (1996) *Plant-Parasitic Nematodes A Pictorial key to genera. with photographs by HH Lyon and K Loeffler* 5th Ed Comstock Publishing, Cornell University Press Ithaca NY.
- Pervez, R (2018) Current status of plant parasitic nematodes and their management of major spice crops. Trends in Horticulture 1(2). 5 pp. Obtenido en: https://www.researchgate.net/publication/329241257_Current_status_of_plant_parasitic_nematodes_and_their_management_of_major_spice_crops.
- Revista Vinculando (2008) Efectos alelopáticos de extractos acuosos del Pino Macho (*Pinus caribaea* Morelet) sobre las malezas en cafetales bajo sombra Obtenido en: http://vinculando.org/articulos/sociedad_america_latina/efecto_s_alelopaticos_de_extractos_acuosos_del_pino_macho.html.
- Shurtleff, M. y Averre, C. (2005) Diagnosing plant diseases caused by Nematodes 2nd Ed The American Phytopathological Society Press Minnesota EEUU 187 pp.
- Talavera Rubia, M (2003) Manual de nematología Agrícola: Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal Granada Junta de Andalucía Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera 23 p Obtenido en: <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CONTSP722Z14569&id=4569>.
- Villatoro, C. (2014). Guatemala lucha por su cardamomo. Nota entrevista realizada a José Adrián Villatoro, Cardegua. Obtenido en: <https://www.legiscomex.com/Documentos/guatemala-lucha-cardamomo-clara-villatoro-actualizacion>.